

UNIVERSITÉ DE BORDEAUX
FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE

1929-1930. — N° 11

LE
MÉTABOLISME BASAL EN CLINIQUE

ESSAI D'ÉTUDE GÉNÉRALE - TECHNIQUES ET RÉSULTATS

THÈSE POUR LE DOCTORAT EN MÉDECINE

présentée et soutenue publiquement le Vendredi 22 novembre 1929

PAR

Charles-Emmanuel RUPPLI

ÉLÈVE DE L'ÉCOLE DU SERVICE DE SANTÉ MILITAIRE,
EXTERNE DES HÔPITAUX.

Né à BORDEAUX (Gironde), le 8 mars 1902.

Examineurs de la Thèse	{	MM. CARLES, professeur.....	Président.
		VERGER, professeur.....	{ Juges.
		DELAUNAY, professeur.....	
		PIÉCHAUD, agrégé.....	

BORDEAUX
IMPRIMERIE DE L'ACADÉMIE ET DES FACULTÉS
Y. CADORET
3, PLACE SAINT-CHRISTOLY, 3

1929



Digitized by the Internet Archive
in 2026

UNIVERSITÉ DE BORDEAUX
FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE

1929-1930. — N° 11

LE
MÉTABOLISME BASAL EN CLINIQUE

ESSAI D'ÉTUDE GÉNÉRALE - TECHNIQUES ET RÉSULTATS

THÈSE POUR LE DOCTORAT EN MÉDECINE

présentée et soutenue publiquement le Vendredi 22 novembre 1929

PAR

Charles-Emmanuel RUPPLI

ÉLÈVE DE L'ÉCOLE DU SERVICE DE SANTÉ MILITAIRE,
EXTERNE DES HÔPITAUX.

Né à BORDEAUX (Gironde), le 8 mars 1902.

Examineurs de la Thèse	}	MM. CARLES, professeur.....	<i>Président.</i>
		VERGER, professeur	} <i>Juges.</i>
		DELAUNAY, professeur.....	
		PIÉCHAUD, agrégé.	

BORDEAUX
IMPRIMERIE DE L'ACADÉMIE ET DES FACULTÉS
Y. CADORET
3, PLACE SAINT-CHRISTOLY, 3

1929

FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE BORDEAUX

M. SIGALAS..... Doyen.

PROFESSEURS HONORAIRES :

MM. LANELONGUE, POUSSON, MOURE, PRINCETEAU, W. DUBREUILH,
RIVIÈRE, BARTHE, LE DANTEC.

PROFESSEURS :

MM.	MM.
Clinique médicale..... VERGER.	Zoologie et parasitologie..... MANDOUL.
id..... CASSAET.	Médecine expérimentale..... MAURIAC.
Clinique chirurgicale..... CHAVANNAZ.	Clinique ophtalmologique..... TEULIÈRES.
id..... BÉGOUIN.	Clinique chirurq. infantile et orthopédie..... ROCHER.
Pathologie et thérapeutiques générales..... CARLES.	Clinique gynécologique..... GUYOT.
Anatomie d'accouchements..... ANDÉRODIAS.	Clinique méd. des maladies des enfants..... CRUCHET.
Anatomie pathol. et microscopie clinique..... SABRAZES.	Chimie biologique et médicale..... DENIGÈS.
Anatomie..... VILLEMIN.	Physique médicale et pharmaceutique..... SIGALAS.
Anatomie générale et histologie..... G. DUBREUILH.	Médec. coloniale et clin. des mal. exotiques..... BONNIN.
Physiologie..... PACHON	Clinique des malad. cutanées et syphilitiques..... PETGES.
Hygiène..... AUCHÉ.	Clinique des maladies des voies urinaires..... DUVERGEY.
Médecine légale et déontologie..... LANDE.	Clinique des malad. nerveuses et mentales..... ABADIE.
Electroradiologie et clin. d'électricité médic..... RÉCHOU.	Clinique d'oto-rhino-laryngologie..... PORTMANN.
Chimie..... CHELLE.	Toxicologie et hygiène appliquée..... LABAT.
Botanique et matière médicale..... BELLE.	Hydrologie thérapeutique et climatologie..... SELLIER.
Pharmacie..... DUPOUY.	

MM. DELAUNAY (Physiologie). MICHELEAU, LEURET, DUPÉRIÉ (Médecine générale).

AGRÉGÉS EN EXERCICE :

MM.	MM.
Anatomie..... DUBECQ.	Chirurgie générale..... PAPIN.
Histologie..... LACOSTE.	id..... JEANNENEY.
Anatomie pathologique..... MURATET.	id..... CHARRIER.
Parasitologie et sciences naturelles..... R. SIGALAS.	id..... LOUBAT.
Médecine générale..... GREYX.	Obstétrique..... PERY.
id..... N.	id..... FAUGÈRE.
id..... AUBERTIN.	Ophtalmologie..... BEAUVIEUX.
id..... DAMADE.	Dermatologie et syphiligraphie..... JOULIA.
id..... PIÉCHAUD.	Pharmacie..... GOLSE.
Maladies mentales..... PERRENS.	



COURS COMPLÉMENTAIRES :

MM.	MM.
Clinique dentaire..... CAVALIÉ.	Puériculture..... N.
Médecine opératoire..... PAPIN.	Démonstrations et préparations pharmac..... N.
Accouchements..... FAUGÈRE.	Pharmacie chimique..... GOLSE.
Ophtalmologie..... CABANNES.	Zoologie et parasitologie..... R. SIGALAS.

Orthopédie chez l'adulte, pour les accidentés du travail, les mutilés de guerre et les infirmes. MM. N.
Cours complémentaire annexe. — Prothèse et rééducation professionnelle..... GOURDON

Par délibération du 5 août 1879, la Faculté a arrêté que les opinions émises dans les Thèses qui lui sont présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'elle entend ne leur donner ni approbation ni improbation.

A LA MEMOIRE DE MA MERE ET DE MA SOEUR ANNIE

A MON PERE

A MA FEMME. — A MON PETIT FRANÇOIS

A MA BELLE-MERE

A MA SOEUR

A MES BEAUX-FRERES

A TOUTE MA FAMILLE

A TOUS MES MAÎTRES DE LA FACULTÉ,
DES HÔPITAUX CIVILS ET MILITAIRES

A MONSIEUR LE PROFESSEUR AGRÉGÉ JOULIA

*Chargé de Cours de Dermatologie et Syphiligraphie
à la Faculté de Médecine de Bordeaux.*

A MONSIEUR LE PROFESSEUR AGRÉGÉ F. PIECHAUD

*Médecin des Hôpitaux,
Chevalier de la Légion d'honneur,
Croix de guerre.*

A MONSIEUR LE DOCTEUR F. LEURET

*Médecin des Hôpitaux,
Médecin-chef du Sanatorium de Feuillas,
Chevalier de la Légion d'honneur,
Officier de l'Instruction publique.*

A MES CAMARADES D'EXTERNAT
ET DE L'ÉCOLE DU SERVICE DE SANTÉ MILITAIRE

A TOUS MES AMIS

A LA MEMOIRE DE MON MAITRE

LE PROFESSEUR ROBERT PICQUE

A MONSIEUR LE PROFESSEUR J. DUVERGEY

*Professeur de Clinique des maladies des voies urinaires
à la Faculté de Médecine de Bordeaux,
Chirurgien des Hôpitaux,
Correspondant national de la Société de Chirurgie,
Chevalier de la Légion d'honneur,
Officier de l'Instruction publique.*

A MONSIEUR LE PROFESSEUR AGRÉGÉ LOUBAT

*Chirurgien des Hôpitaux,
Chevalier de la Légion d'honneur,
Croix de guerre.*

A MONSIEUR LE DOCTEUR H. LEFEVRE

Chirurgien des Hôpitaux.

A MONSIEUR LE DOCTEUR J. DENIS

Médecin des Hôpitaux.

A MONSIEUR LE DOCTEUR P. BOUSQUET

Médecin des Hôpitaux.

A MON MAÎTRE ET PRÉSIDENT DE THÈSE

MONSIEUR LE PROFESSEUR JACQUES CARLES

*Professeur de pathologie et thérapeutique générales
à la Faculté de Médecine de Bordeaux,
Médecin des Hôpitaux,
Officier de l'Instruction publique.*

CHER MAÎTRE,

Depuis le jour où nous avons eu le très grand honneur d'être votre élève, vous nous avez toujours accueilli avec une grande bienveillance. Par la clarté de votre enseignement, si vivant et si pratique, tant à la Faculté qu'au lit du malade, vous nous avez fait sentir combien l'union étroite de la clinique et du laboratoire peuvent donner de fruits pour le diagnostic et l'institution d'une thérapeutique utile et efficace.

L'application du métabolisme basal en clinique en est la meilleure démonstration. Aussi est-ce avec une profonde reconnaissance que nous vous dédions respectueusement ce modeste travail.

Vous resterez toujours pour nous un Maître vénéré, dont les conseils précieux, toujours présents à notre mémoire, nous guideront lorsque nous serons seul auprès de nos malades.

LE

MÉTABOLISME BASAL EN CLINIQUE

ESSAI D'ÉTUDE GÉNÉRALE - TECHNIQUES ET RÉSULTATS

INTRODUCTION

Dans le courant de nos études, le terme mystérieux de métabolisme basal était venu quelquefois frapper notre oreille, mais c'est d'un coup d'œil distrait que nous parcourions les articles divers que nous fournissaient périodiquement, à son sujet, les revues médicales. En effet, bien que le métabolisme basal soit une notion bien définie et que, depuis longtemps, de très nombreux travaux aient montré l'importance de son application à la clinique, il nous est souvent apparu, à nous, étudiants, futurs praticiens, comme une valeur un peu théorique, nécessitant pour sa recherche des connaissances physiologiques étendues et un matériel de laboratoire que, seuls, des chercheurs privilégiés pouvaient se permettre de posséder. A vrai dire, un écran de chiffres se dressait entre le métabolisme basal et nous, contribuant à nous le faire paraître bien loin des nécessités journalières de la clinique courante.

Nous avons eu le grand privilège de pouvoir venir travailler dans le service de M. le Professeur Carles, dont l'amabilité, les conseils et les encouragements répétés ont fait tomber notre prévention et nous ont permis d'étudier théoriquement la question tout en ayant la joie d'en obtenir une aide clinique intéressante. Nous avons été ainsi amené à réunir une documentation importante, et nous avons été heureux de pouvoir suivre les nombreuses études publiées jusqu'à ce jour; mais bien que nous ayons consulté de multiples revues d'ensemble sur la question du métabolisme basal, nous n'en avons pas trouvé qui, quoique résumées, soient suffisamment étendues et détaillées pour permettre à un praticien ou à un étudiant non initié de se rendre compte rapidement, mais d'une manière suffisamment complète, de ce que sont le métabolisme basal, les résultats que l'on peut attendre de son emploi en clinique et les techniques utilisées pour sa recherche (1).

C'est cette lacune que nous avons voulu tenter de combler, en faisant la synthèse des documents que nous avons rassemblés et en présentant les choses telles que nous avons cru les comprendre. Nous n'avons certes pas la prétention de « découvrir » le métabolisme basal : nous avons simplement essayé de présenter la question telle que nous aurions voulu la trouver exposée quand nous avons désiré nous documenter sur elle.

Notre travail est sans doute incomplet, peut-être trop élémentaire et trop schématique, mais nous pensons qu'il ne sera pas inutile si grâce à lui, quelques-uns de nos camarades d'études pouvaient s'intéresser au métabolisme basal et, surtout, songer à l'aide précieuse qu'il pourra leur fournir quand ils auront à soigner leurs malades de demain.

Par la revue que nous ferons des résultats acquis actuellement sur les variations du M. B. dans les états pathologiques,

(1) Notre travail théorique était terminé quand nous avons eu connaissance du livre récent de M. Labbé et Stévenin sur le *Métabolisme basal*. Nous n'avons donc pu nous en inspirer.

on verra que la plupart sont les conclusions de plusieurs centaines d'observations; nous ne pouvions avoir la prétention de les contrôler; nous aurions pu étudier le M. B., particulièrement dans une affection déterminée : nous aurions fait œuvre de spécialiste. Pour illustrer ce travail, nous avons donc cru bon de publier simplement quelques-unes des observations que nous avons pu faire, dans le courant de l'année 1929, parmi des malades très divers, grâce à l'instrumentation du laboratoire du Professeur Carles, qu'il avait si aimablement mise à notre disposition.

CHAPITRE PREMIER

APERÇU HISTORIQUE

La notion du métabolisme basal est toute simple, et la question n'est pas nouvelle, car si depuis une trentaine d'années elle a pris une place importante dans le domaine de la clinique, il y a fort longtemps que tous les physiologistes s'en sont occupés. C'est grâce à leurs nombreux travaux que les problèmes soulevés dans l'évaluation pratique du M. B. ont pu être résolus. C'est pourquoi, désirant présenter une revue générale de la question, il nous paraît juste, en commençant ce travail, de rendre hommage aux physiologistes en rappelant les noms des plus illustres et en signalant brièvement les diverses étapes qui leur ont permis d'arriver à la notion du M. B. et de réaliser les méthodes pratiques de sa recherche.

Lavoisier et Laplace, dès 1780, puis Seguin, furent les premiers à essayer de mesurer la chaleur animale par la calorimétrie directe d'abord, indirectement ensuite, par le dosage des gaz de la respiration. Détruisant l'hypothèse admise jusqu'alors que l'organisme a par lui-même un pouvoir thermogène dont l'origine est dans le « principe vital », ils établirent, en effet, que la chaleur animale est fournie par la destruction des matériaux apportés à l'organisme par la digestion : l'énergie des aliments est libérée dans l'organisme du fait de leur combustion, et, par suite, à toute dépense calorique correspond la consommation d'une quantité déterminée d'oxygène et le dégagement d'une quantité également déterminée de gaz carbonique. Ils eurent des résultats semblables en mesurant

chez un cobaye la chaleur animale par calorimétrie directe ou par détermination des échanges respiratoires, dans leur expérience célèbre bien que comportant certaines erreurs.

Pendant tout le xix^e siècle, de nombreux physiologistes se sont livrés, à leur suite, à l'étude de la chaleur animale et des échanges respiratoires chez l'homme. En 1822, Dulong et Despretz, concourant pour le prix de l'Académie des sciences, confirment les résultats de Lavoisier. En 1839, Sarrus et Rameaux pensent que « puisque la perte de chaleur, chez les animaux, est proportionnelle à la surface corporelle, la chaleur produite doit être, en conséquence, proportionnelle à la même surface ». Andral et Gavarret, Liebig, poursuivent les recherches sur les échanges respiratoires et le calcul de la chaleur produite par la combustion des aliments dans l'organisme.

En 1849, Regnault et Reiset perfectionnent la méthode et l'appareil de Lavoisier et étudient l'activité des échanges gazeux chez un animal respirant dans un espace clos, de volume connu, dont l'air est maintenu de composition constante par absorption du CO₂ produit et renouvellement de l'oxygène utilisé par l'animal. Ils trouvent que la consommation d'oxygène faite dans des temps égaux par des poids égaux d'animaux appartenant à la même classe varie avec leur grosseur absolue. Les plus petits ont une surface proportionnellement plus grande et ont, par conséquent, un refroidissement plus considérable. Donc, leurs oxydations, source de leur chaleur, et par suite leurs échanges respiratoires doivent être plus abondants. Et ces auteurs envisagent tout l'intérêt que peut avoir l'étude des échanges respiratoires chez l'homme; sans diminuer le mérite des physiologistes américains qui, dans la suite, mirent au point la question du M. B. en clinique, il est intéressant de constater qu'en 1849 Regnault et Reiset en avaient déjà pressenti toute l'importance. « Quant à la respiration de l'homme, disent-ils, nous nous proposons de l'étudier non seulement sur l'homme sain, soumis à divers régimes d'alimentation, à l'état de repos ou à

l'état de travail, mais encore sur des sujets affectés de diverses maladies... Malheureusement, le nouvel appareil qui devait servir pour ces recherches exigeait des sommes bien plus considérables que celles dont nous pouvions disposer ! »

En 1852, Bidder et Schmidt disent que l'importance des échanges respiratoires est fonction d'une variable : les aliments ingérés, et d'une constante : un métabolisme spécial et typique, variant avec l'âge et le sexe. En 1867, Voit et Pettenkofer construisent une chambre respiratoire pour l'homme et étudient les variations des échanges respiratoires dans le diabète. Plus tard, Jolyet et Regnard perfectionnent l'appareil de Regnault et Reiset, et, en 1878, Regnard soutient sa thèse : *Recherches expérimentales sur les variations pathologiques des combustions respiratoires*.

Rübner, puis Ch. Richet, en 1883, énoncent la « loi des surfaces » et démontrent qu'on doit désormais rapporter les données calorimétriques à la surface et non au poids du corps. Déjà, en 1879, Meeh avait établi sa formule d'évaluation de la surface corporelle.

Vers la fin du xix^e siècle, Bouchard, Chauveau, Tissot, Laulanié, s'occupèrent en France des échanges respiratoires au point de vue physiologique. En Allemagne, Zuntz, Geppert, Salomon, et surtout Magnus Lévy, étudièrent les échanges respiratoires chez l'homme à l'état normal et à l'état pathologique : en 1893, ce dernier découvrit l'accélération des combustions tissulaires chez les Basedowiens. A la même époque, Sonden et Tigerstedt firent des travaux analogues.

En 1902, Lefèvre développa la notion de l'énergie physiologique et démontra la nécessité de réaliser la neutralité thermique du sujet pour son calcul.

Le grand mérite des auteurs américains a été de transposer en clinique tous ces résultats de laboratoire, d'en préciser la technique et de multiplier les examens. Atwater, Benedict, Delafield et Eugène Du Bois, Aub, Carpenter, Means, Murlin, Talbot, Gephart, Peabody, Lusk, Boothby, Sandiford et bien d'autres sont les auteurs qu'on retrouve constamment dans

la bibliographie concernant les travaux américains ou anglais sur le M. B. : Atwater, avec ses expériences considérables de calorimétrie, d'une précision rigoureuse, Du Bois ayant établi sa formule d'évaluation de la surface du corps, et tous se livrant à de multiples expériences cliniques qui leur ont permis d'obtenir des résultats de diagnostic et de thérapeutique fort intéressants.

A l'étranger, de nombreux travaux ont été faits sur le M. B. : nous ne pouvons ici en citer tous les auteurs.

En France, Roussy, Marcel Labbé, Le Goff et Sainton, Hédon, ont attiré l'attention sur le résultat des recherches américaines : mais c'est après 1920 que l'étude du M. B. y est entrée vraiment dans la pratique clinique. Outre les multiples travaux des auteurs que nous venons de citer, il faut signaler les travaux suivis de Nébécourt et H. Janet, Stévenin, Achard et Binet, Cordier, Terroine et Zung, etc. Malgré toutes ces études et la publication de nombreux résultats, la recherche du M. B. ne semble pas être encore considérée par beaucoup de praticiens comme un auxiliaire, souvent utile et parfois nécessaire, de la clinique.

A Bordeaux, bien que la question ait été longuement étudiée par tous les physiologistes, son application en clinique n'a été faite que très peu. En 1925, Manoïlovitch y consacrait sa thèse, inspirée par le Professeur Piéchaud et présidée par le Professeur Verger.

CHAPITRE II

LE METABOLISME BASAL : DEFINITION VALEUR PHYSIOLOGIQUE

Tout organisme vivant dépense une certaine quantité d'énergie que l'on peut mesurer et évaluer en calories. Les causes de cette dépense calorifique peuvent être envisagées ainsi :

1° L'énergie minima qui est nécessaire à l'organisme pour le simple fonctionnement de ses cellules, indispensable au maintien de la vie.

2° L'énergie due aux manifestations extérieures de la vie de cet organisme et qui peuvent être groupées sous trois chefs :

- L'alimentation;
- Le travail musculaire;
- La régulation thermique.

L'influence de ces trois facteurs sur la dépense d'énergie peut être modifiée à volonté, et il est évident qu'on peut agir sur eux pour augmenter cette influence ou au contraire la réduire pratiquement à zéro.

L'alimentation provoque une dépense d'énergie d'environ 200 calories par vingt-quatre heures (Lambling). Selon Ge-phart et Du Bois, les échanges respiratoires augmentent de 7 à 11 p. 100 dans les heures qui suivent les repas, et une

partie de cette augmentation de dépense d'énergie est due à une action dynamique spécifique des aliments (Rübner).

Le travail musculaire augmente d'une façon considérable la dépense d'énergie : de tous les tissus du corps, ce sont les muscles qui, dans leur contraction, consomment le plus d'oxygène et qui, par conséquent, dégagent le plus de chaleur, d'autant plus qu'ils forment 50 p. 100 du poids du corps.

Les variations de la température extérieure augmentent encore l'énergie dépensée; chez l'homéotherme, toute élévation ou tout abaissement de cette température faisant jouer les moyens de régulation thermique que l'organisme a à sa disposition.

On peut supprimer toutes ces influences chez un individu déterminé. Il suffit, en prenant les précautions que nous étudierons au chapitre suivant, de le mettre à jeun, au repos musculaire complet et à une température ambiante, telle qu'il soit en équilibre thermique (comme nous le verrons cette température est de 16 degrés environ pour l'homme vêtu). Dans ces conditions, il ne dépense plus que l'énergie minima qui est strictement nécessaire au maintien de la vie. Cette énergie minima est ce que l'on a appelé « la dépense de fond », c'est-à-dire celle qui est strictement nécessaire pour « le service physiologique de l'organisme » et que l'on peut pratiquement définir ainsi :

« La dépense de fond est la dépense d'énergie que l'on constate chez l'homme vêtu, à jeun, au repos pour une température extérieure de 15 à 16 degrés. » (H. Janet.)

Cette dépense de fond est le résultat :

1° D'un travail mécanique :

- a) fonctionnement des muscles respiratoires et du diaphragme;
- b) travail du cœur;
- c) travail des muscles lisses et maintien du tonus musculaire;

2° D'un travail chimique :

- a) fonctionnement des appareils nerveux et glandulaire;
- b) élaborations et excréctions cellulaires.

Cette dépense de fond est d'environ 1.623 calories pour vingt-quatre heures chez l'homme adulte, de poids et de taille moyens. Théoriquement, il semble qu'elle ne puisse être constante chez un même individu, mais pratiquement elle ne varie que peu si les conditions de sa nutrition ne se sont pas modifiées entre les deux évaluations (moins de 10 p. 100. [Benedict]).

On peut la calculer pour un sujet, par rapport à son unité de poids, mais, d'après les expériences de Rübner et Ch. Richet, on voit que le résultat trouvé ne sera pas le même que celui trouvé chez un autre sujet de taille et de poids différents : la dépense d'énergie par kilog est d'autant plus faible que le poids du sujet est plus grand. Au contraire, d'après Ch. Richet, tout homéotherme effectue, dans des conditions données, la même dépense d'énergie par unité de surface. D'autre part, les petits organismes ont, relativement à leur poids, une surface plus grande que celle des grands, et c'est l'étendue de cette surface qui détermine la grandeur de la perte de chaleur. Donc, chaque kilog de poids doit produire, pour compenser cette perte, plus de chaleur chez les petits organismes que chez les grands. Mais ces différences s'annulent si la dépense est rapportée non plus à l'unité de poids, mais à l'unité de surface. (Nous verrons au chapitre III les réserves qu'il convient de faire à ce sujet, et, en particulier, que la surface du corps n'est pas, malgré tout, une unité de mesure rigoureusement fidèle.)

En pratique, d'après ce qui précède, si l'on calcule la dépense de fond par rapport à l'unité de surface chez plusieurs sujets normaux et d'âge semblable, on obtient, cette fois-ci, un chiffre qui est sensiblement le même pour tous, et que l'on a appelé du nom de « métabolisme basal ».

Ce chiffre n'est certes pas rigoureusement constant, mais il ne faut pas oublier qu'il mesure une valeur biologique et qu'ainsi son calcul prête à des erreurs inévitables. Pratiquement, il pourra donc être considéré comme une constante qui, déterminée une fois pour toutes par de multiples mesures, pourra servir de terme de comparaison avec le chiffre trouvé pour un sujet donné. On a coutume de calculer le M. B. pour une période d'une heure, ce qui simplifie les calculs et les conditions d'expérience.

DÉFINITION DU MÉTABOLISME BASAL. — « Le métabolisme basal est l'énergie (en grandes calories) dépensée par heure et par mètre carré de surface du corps, lorsque le sujet est au repos complet, à jeun depuis quatorze heures environ, dans une atmosphère moyenne de 16 degrés, suffisamment couvert pour n'avoir à réagir ni contre le froid, ni contre la chaleur du milieu extérieur. » (H. Janet.)

Comme de multiples expériences et observations l'ont établi, le M. B. est susceptible de varier suivant certains états pathologiques, d'où le grand intérêt de sa recherche en clinique. Physiologiquement aussi, il varie avec l'âge et le sexe, donc on ne doit comparer la valeur du M. B. d'un sujet donné qu'avec celle du sujet normal de même âge et de même sexe.

*
* *

Nous venons d'essayer de montrer ce que sont dépense de fond et métabolisme basal. De nombreuses discussions ont eu lieu pour juger de la différence qu'il y a entre les deux. D'après leur définition, on voit que, seule, l'introduction de la notion de surface différencie le M. B. de la première. D'autre part, en 1902, Lefèvre a établi la constance de la dépense de fond ou énergie physiologique, en réalisant l'équilibre thermique du sujet par immersion dans un bain à 33 degrés, condition dans laquelle « la marge de la thermogénèse

est réduite à zéro ». Hermann a montré que, pratiquement, à 15 degrés, le sujet étant revêtu de telle sorte qu'il n'éprouve aucune sensation de chaud ni de froid (conditions de calcul du M. B.), la valeur de l'énergie dépensée par kilo et par heure est très voisine de celle trouvée par Lefèvre.

On a donc discuté de l'opportunité d'appeler du nouveau nom de métabolisme basal ce qui, en somme, n'est que la dépense de fond : certains ont trouvé cette distinction spécieuse, destinée à créer des confusions. Le terme de métabolisme basal étant établi par l'usage, il convient de l'adopter, à condition « que l'on n'oublie pas que c'est de la dépense de fond qu'il s'agit, de la dépense de fond rapportée au mètre carré de surface, et voilà tout. » (Prof. C. Soula.)

CHAPITRE III

TECHNIQUES GENERALES D'EVALUATION DU METABOLISME BASAL : CONDITIONS A REALISER. APERÇU DES PROBLE- MES QU'ELLES SOULEVENT

D'après sa définition même, il faut, pour mesurer le M. B. d'un sujet, réaliser toutes les conditions qui y sont spécifiées :

1° Préparer le sujet pour qu'il soit à jeun, en repos et relâchement musculaire complets, et en équilibre thermique;

2° Mesurer sa surface cutanée;

3° Mesurer la quantité de calories que son organisme dépense dans ces conditions de préparation pendant un temps déterminé : une heure.

La formule du M. B. du sujet est alors :

$$\text{M. B.} = \frac{\text{Calories dépensées en une heure}}{\text{Surface du corps}}$$

Nous allons successivement étudier tous ces facteurs.

I. — Préparation du sujet nécessaire pour l'évaluation de son métabolisme basal.

A. — LE SUJET DOIT ÊTRE A JEUN.

Nous avons signalé au chapitre précédent quelle est la dépense d'énergie que l'alimentation provoque pour l'organisme. En effet, comme l'expose Lambling : « Soit un sujet placé dans des conditions telles que le coût de son entretien se trouve réduit à la dépense de fond et qui, étant ainsi maintenu à l'état de jeûne, prélève sur ses tissus 1.600 calories par jour. Si on l'alimente ensuite avec une ration équivalente à 1.600 calories, on constate que la dépense est maintenant de 1.800 calories. L'arrivée des aliments a donc accru la dépense de 200 calories, que l'organisme a dû prélever sur ses réserves. »

Pour expliquer ce surcroît de dépenses, certains auteurs ont invoqué le travail digestif (Zuntz, von Mering, Loewy). Or, l'ingestion d'un corps inerte, comme de l'os (Rübner) ou d'un purgatif salin (Benedict et Emmes) n'amène pas une augmentation sensible de la dépense d'énergie. De même, on a montré que ce surcroît de dépenses n'est pas dû à l'absorption digestive ni aux mouvements de la pression osmotique (Lusk, Johanson), et que, d'autre part, il est encore fourni quand on injecte directement dans les veines du lapin des protéiques complètement dégradés.

L'augmentation de la dépense d'énergie que l'alimentation demande à l'organisme doit donc être attribuée à une action s'exerçant par delà la paroi digestive (Lambling). Rübner l'a appelée « action dynamique spécifique des aliments ».

Nous ne pouvons ici exposer toutes les expériences et discussions qui ont été faites au sujet de la grandeur et des causes de cette action. Disons seulement que sa valeur est surtout marquée pour les protéiques (Chauveau), est plus fai-

ble pour les hydrates de carbone, et encore plus pour les graisses.

Quoi qu'il en soit, pour calculer le M. B. d'un sujet, il faut donc éliminer cette augmentation de la dépense d'énergie, due à l'alimentation, en laissant le sujet complètement à jeun.

En pratique : Le sujet doit être à jeun depuis quatorze à dix-huit heures. Il peut parfois être utile de le vérifier : à jeun, le quotient respiratoire varie d'ordinaire entre 0.72 et 0.82. Certains auteurs ont prétendu (Higgins, C. et G. Benedict) qu'un léger repas composé par exemple d'un œuf, d'une tasse de lait et d'un toast, pris trois heures et demie avant l'épreuve, ne modifie pas les résultats. Mais il semble préférable de ne pratiquer l'examen que sur des sujets n'ayant rien pris depuis douze heures au moins, ce qui n'a pas d'inconvénients si l'épreuve est faite le matin.

Il ne semble pas nécessaire non plus de supprimer la viande dans les repas de la veille de l'examen. Tout au plus, demandera-t-on au sujet de ne boire ni thé ni café : il ne devra rien prendre à partir du repas du soir de la veille de l'épreuve.

E.-J. Bigwood est partisan d'instituer pour le sujet un régime hydrocarboné pendant plusieurs jours avant le test, sans quoi l'action spécifique dynamique des protéines ne serait pas complètement abolie. D'après les expériences de multiples auteurs, il semble que cela ne soit pas indispensable et qu'un jeûne de quatorze à dix-huit heures, tel que nous venons de l'indiquer, met le sujet dans les conditions requises de repos alimentaire.

B. — LE SUJET DOIT ÊTRE AU REPOS ET EN RELACHEMENT MUSCULAIRE COMPLET.

Nous avons vu que le tonus musculaire entraîne à lui seul une dépense d'énergie inévitable pour l'organisme par le fait même qu'il vit. Cette dépense fait donc partie du M. B. Le

travail musculaire, au contraire, peut provoquer un accroissement considérable de la dépense de fond, pouvant s'élever à plus de 900 p. 100 pour une heure de travail (Lambling).

Pour calculer le M. B. d'un sujet, il faut donc supprimer tout travail musculaire.

En pratique, le repos complet est obtenu de la façon suivante :

Le sujet est maintenu allongé et immobile pendant au moins une demi-heure avant l'épreuve, afin de faire disparaître toute influence du travail antérieur. Celui-ci doit, d'autre part, avoir été le plus réduit possible; donc, nouvel avantage de faire l'épreuve le matin pour profiter du repos de la nuit, et, si le sujet a dû se déplacer pour venir au laboratoire, il est préférable qu'il ne l'ait fait qu'en voiture.

Pendant l'épreuve, on recommandera au sujet de ne pas faire de mouvement. Il semble cependant, après de nombreuses discussions, qu'un très léger travail musculaire ne puisse influencer notablement sur le résultat (Lefèvre), ce qui autorise à faire l'épreuve chez les sujets atteints de tremblements.

Enfin, pour réaliser le relâchement musculaire complet du sujet, celui-ci est étendu sur un lit, la tête légèrement relevée par un oreiller. Soderstrom, Meyer et du Bois ont montré que la dépense d'énergie est un peu plus élevée quand le sujet est couché absolument à plat que lorsqu'il est étendu, la tête appuyée. Mais la différence est minime. On peut donc faire profiter le sujet de la deuxième position, tout en se souvenant que la position assise n'est pas suffisante.

Il est évident que, dans de telles conditions, le sujet ne pourra fournir aucun travail intellectuel. Mais ce facteur n'a guère d'importance, puisque, d'après les recherches de Speck et celles d'Atwater, il n'a été possible de saisir aucune action directe du travail intellectuel sur la dépense d'énergie. On pourra d'ailleurs profiter utilement de cette particularité : lors de la recherche du M. B. sur des enfants, il sera plus aisé d'obtenir d'eux qu'ils restent immobiles si, pendant l'épreuve, on leur fait la lecture d'une histoire (H. Janet).

C. — LE SUJET DOIT ÊTRE EN ÉQUILIBRE THERMIQUE.

La température extérieure influe beaucoup sur l'énergie dépensée par l'organisme. En effet, la consommation d'oxygène augmente quand la température extérieure diminue, et l'on a montré que, pour des températures extérieures croissantes, la dépense passe par un minimum situé à 16 degrés pour l'homme vêtu (Rübner), et à 30 degrés pour l'homme nu (Lefèvre). Ces valeurs de température sont donc telles que l'organisme ne fournit alors aucun travail de thermogénèse, les pertes de chaleur qu'il subit sont tout juste égales au minimum qu'il produit pour vivre.

Si donc l'organisme est placé dans une température ambiante différente de celles qui viennent d'être indiquées, ses mécanismes de régulation thermique entrent en jeu : pour une température plus basse, il produit de la chaleur par un phénomène de régulation physique (frissons, tremblements) ou, selon la théorie de Rübner, par régulation chimique, ses cellules fournissant alors un travail plus intense; mais, de toute façon, il dépense davantage d'énergie. Pour une température plus élevée, il dépense encore en supplément, par le fait d'une circulation plus active et de la sécrétion et de l'évaporation, également plus actives, de sueur (chez l'homme tout au moins).

Voyons sommairement les méthodes qui ont été utilisées pour mettre le sujet en équilibre thermique (d'après André Mayer et R. Wurmser).

1° PLACER LE SUJET DANS UN BAIN A 36 DEGRÉS. — C'est la méthode préconisée par Lefèvre. L'organisme abandonne dans le bain toujours autant de chaleur qu'en produisent ses combustions. Tout phénomène de thermorégulation y est donc aboli : dans le bain, à la température de 33-36 degrés, la température du sujet reste constante. Il semblerait donc que ce soit la condition optima pour le calcul du M. B.

2° LE SUJET, PLACÉ DANS UNE ENVELOPPE ÉTALONNÉE, PERD SA CHALEUR PAR RAYONNEMENT AU TRAVERS DE CETTE ENVELOPPE. — Si T est la température du tissu de l'enveloppe, t celle du laboratoire, la déperdition est, à tout instant :

$$Q = Ks(T - t) + q,$$

q étant la somme des calories rayonnées par les parties du corps non couvertes, et de celles correspondant à l'évaporation. K est un coefficient qui dépend de la nature de l'enveloppe et des échanges qui se produisent entre sa surface s et celle du sujet. Pour que les tissus des enveloppes déterminent la neutralité thermique, on prendra des tissus tels que :

$$K_s = \frac{Q - q}{s(T - t)}$$

3° LE SUJET PERD SA CHALEUR PAR RAYONNEMENT A TRAVERS LES VÊTEMENTS. — C'est évidemment la méthode la plus pratique, et c'est celle qui sera employée en clinique. Elle n'est pas rigoureuse, mais pratiquement ses résultats sont très acceptables. Le sujet est habillé, ou couvert, et placé dans une atmosphère de 18 degrés. Würmser et Mayer ont mesuré au moyen d'une pile thermo-électrique le rayonnement d'un sujet placé dans de telles conditions. Le sujet, n'éprouvant alors ni sensation de chaud ni sensation de froid, son rayonnement correspond sensiblement au métabolisme normal. Hermann, cherchant le M. B. d'un sujet, toujours habillé et placé dans une température de 15 degrés, a pris les températures axillaire et rectale de son sujet pendant la durée de l'expérience : ces températures sont restées constantes et les chiffres obtenus pour le M. B. ont été normaux.

Comme le fait d'ailleurs remarquer Benedict, dans ces conditions, la température de la couche d'air comprise entre la peau et les couvertures ou vêtements est bien plus élevée que la température ambiante : elle varie de 28 à 34 degrés, ce

qui, en somme, met le sujet dans des conditions voisines de celles du bain.

Enfin, Delcourt-Bernard et A. Mayer ont calculé le M. B. d'un sujet dans les trois conditions suivantes : 1° dans l'air (sujet habillé et température de 18 degrés); 2° dans le bain; 3° dans l'air, après le bain. Ils ont constaté que le M. B. atteint sa valeur la plus basse, non dans le bain, mais dans l'air, après le bain. Le bain accentue donc l'état de repos du sujet. On peut alors se demander quelles sont les conditions dans lesquelles le sujet est absolument au repos; et le M. B. déterminé dans les conditions admises traduit-il vraiment des échanges irréductibles ?

Quoi qu'il en soit :

En pratique, pour que le sujet soit en équilibre thermique pendant l'épreuve :

a) Il sera simplement vêtu ou couvert de telle sorte qu'il n'éprouve ni sensation de chaud ni sensation de froid, mais seulement une sensation de bien-être. L'habitude de l'expérimentation apprendra d'ailleurs à doser pour chaque sujet quelle est la quantité de couvertures qui est nécessaire et suffisante.

Accessoirement, André Mayer et R. Würmser ont indiqué une méthode de contrôle de cet équilibre thermique, réalisé dans ces conditions. Elle pourrait parfois rendre service : Le sujet, à jeun, couché, la température ambiante étant de 18 degrés, est laissé à découvert. On mesure ses échanges. On obtient : M. B. réel + Métabolisme de réchauffement. On met ensuite une couverture : le métabolisme de réchauffement baisse; on met ensuite une deuxième couverture, et ainsi de suite. A un certain moment, le chiffre trouvé lors de la mesure cesse de baisser pour s'accroître; c'est que le sujet commence à lutter contre une température ambiante trop élevée, à l'inverse de tout à l'heure. On sait ainsi la valeur de couvertures pour laquelle le métabolisme est minimum, donc égal au M. B.

b) On prendra la température du sujet, qui ne devra pas avoir de fièvre, à moins que l'on veuille rechercher précisément le trouble du M. B. provoqué par une maladie fébrile.

c) Enfin, il faut que la température ambiante soit bien constante, aux environs de 18 degrés. En effet, par exemple, si pour 21 degrés le M. B. était de 33 cal. 9, pour 24 degrés, il est de 33 cal. 5 (Benedict). Un éclairage diffus, et toujours le même, est nécessaire, car si en pleine lumière un M. B. est de 37 cal. 5, dans la nuit, il n'est plus que de 30 calories.

II. — Mesure de la surface du corps.

Il est nécessaire de rapporter la quantité de calories qui constituent le M. B. d'un sujet en expérience à une unité de mesure qui puisse permettre de comparer utilement cette quantité de calories avec celle trouvée pour d'autres sujets. Nous avons déjà indiqué que cette unité de mesure, qui donne des chiffres comparables pour des sujets de tailles ou de poids différents, est la surface du corps. C'est en effet ce qui résulte de la Loi des surfaces de Ch. Richet, étant entendu que cette loi des surfaces n'est rigoureuse que pour des individus de même espèce. Mais cela n'a pas été admis sans discussion, et il nous semble utile de revenir rapidement sur cette question. En effet, puisque dans l'épreuve le sujet est placé en équilibre thermique, il semble que son M. B. ne puisse être en rapport avec la surface du corps et qu'il vaudrait mieux le calculer en fonction de la « masse protoplasmique », donc du poids du corps. L'expérience a montré que, s'il s'agit d'un sujet de dimensions normales et si l'on compare les résultats trouvés pour ce sujet à ceux obtenus chez lui antérieurement, le poids du corps est une unité de mesure satisfaisante. Mais il n'en est pas de même si l'on compare des sujets de corpulence et de poids différents. D'après les expériences de Rübner et Ch. Richet, dont nous avons déjà indiqué les résultats, la dépense d'énergie par kilo est plus

grande chez les sujets légers que chez les sujets lourds, tandis qu'elle est constante par mètre carré de surface du corps : 2 cobayes de tailles différentes, placés tous deux dans une atmosphère de 30 degrés (qui met ces animaux en équilibre thermique), produisent tous deux la même quantité de chaleur par mètre carré de surface (Rübner). C'est donc bien à la surface du corps que doivent être rapportées les dépenses d'énergie de plusieurs sujets si l'on veut les comparer utilement entre elles.

Quelques points restent à préciser : puisque le sujet est en équilibre thermique pendant l'épreuve, ce n'est pas à cause de la perte de chaleur par la surface du corps que cette surface est proportionnelle au nombre de calories produites. S'il en était ainsi, il faudrait tenir compte de la surface respiratoire des poumons, par laquelle se fait aussi une grosse déperdition de chaleur. La perte de chaleur de l'organisme, dans les conditions de l'expérience, est fonction de la masse protoplasmique active, c'est-à-dire celle qui dépense de l'énergie, comme les glandes, par exemple; les os, les ligaments, le tissu cellulaire, etc., n'entrent pas dans cette « masse active » (c'est d'ailleurs une des raisons pour lesquelles le poids total du corps ne peut servir comme unité de comparaison). Il semble que la surface du corps soit aussi fonction de cette masse protoplasmique active. Ce n'est donc qu'indirectement que la surface du corps est proportionnelle à la quantité de chaleur produite.

D'autre part, L. Hédon fait observer que « si le calcul de la dépense d'énergie par mètre carré est meilleur que par kilo brut, cela tient seulement à ce fait que, pour des raisons mathématiques et anatomiques, la surface du corps varie beaucoup moins vite que le poids, et ne signifie pas que la dépense d'énergie réelle de l'organisme accompagne fidèlement les variations de son aire cutanée ». Ceci est particulièrement vrai dans certains états pathologiques comme le diabète grave. L. Hédon, avec le Professeur E. Hédon, a observé les variations du M. B. sur un chien dépancréaté et a vu qu'il

est mieux, pour comparer un chien à lui-même, normal, puis glycosurique, de calculer la dépense d'énergie par kilo. Chez l'homme, dans certains syndromes pathologiques, le calcul du M. B. par mètre carré de surface peut donc conduire à des erreurs d'interprétation : « Le clinicien devra savoir apprécier le mode de représentation le plus fidèle suivant les cas. »

Quoi qu'il en soit, ces réserves étant faites, c'est la surface du corps qui est la mesure à laquelle il convient le mieux, en pratique, de rapporter le calcul du M. B. du sujet examiné.

Voyons donc quelles sont les diverses méthodes qui ont été surtout préconisées pour calculer la surface du corps, chose évidemment difficile.

A. — MÉTHODES DIRECTES.

MÉTHODE DES MOULES. — C'est, semble-t-il, la méthode idéale. Elle a été étudiée par Variot et Saint-Albin, Delafield et E. du Bois. Le sujet est revêtu d'un moule fait d'étoffe ou de feuilles de papier d'étain, et l'on mesure ensuite la surface du moule ainsi formé, soit par calcul direct, soit en évaluant le poids du moule. Cette méthode, évidemment rigoureuse, n'est pas d'une application pratique courante et l'on ne peut songer à l'appliquer pour des usages cliniques.

DIVISION DU CORPS EN FIGURES GÉOMÉTRIQUES, dont on évalue ensuite la surface; procédé qui a été tenté par Bouchard, Letulle et Pompilian, Lassablière, mais pratiquement inapplicable.

B. — MÉTHODES INDIRECTES.

Aussi a-t-on cherché plusieurs formules empiriques d'évaluation de la surface cutanée. En voici les principales :

FORMULE DE MEEH. — C'est la plus ancienne :

$$S = K \sqrt[3]{P^2}$$

où P = le poids du corps, et K est une constante égale à 11.9

chez l'homme. Sicheff a calculé qu'elle n'était que de 10.7 pour l'enfant.

FORMULE EMPIRIQUE DE BOUCHARD. — Dans cette formule, la surface est en fonction de la hauteur, du tour de taille et du rapport du poids à la hauteur. Faillie a construit une abaque pour ses tables.

FORMULE LINÉAIRE DE DELAFIELD DU BOIS. — Le corps est divisé en plusieurs régions dont la longueur et la circonférence moyennes sont évaluées. On en déduit la surface de chacune par des coefficients empiriques déterminés une fois pour toutes. La somme de ces surfaces constitue la surface du corps.

FORMULE « HAUTEUR-POIDS » DE DELAFIELD ET EUGÈNE DU BOIS. :

$$\text{Surface} = P^{0.425} \times H^{0.725} \times 71.84$$

où S = surface en centimètres carrés, P = poids en kilos, H = taille en centimètres, et 71.84 est une constante. Les puissances ont été déterminées empiriquement.

Le calcul nécessite l'emploi de logarithmes. Pour l'usage clinique, du Bois a construit des tables qui donnent le résultat pour un sujet quelconque. Des graphiques ont été également construits, qui donnent immédiatement la surface du corps en fonction de P et de H. Les plus pratiques sont : 1° Celui de du Bois, dans lequel le poids est en abscisses, et la taille en ordonnées; 2° celui de M. et H. Janet. Dans ce dernier, il y a trois lignes droites parallèles. Sur celle de gauche, sont des divisions indiquant la taille en mètres; sur celle de droite, sont des divisions indiquant le poids en kilos. On réunit par un fil les divisions de poids et de taille correspondant à ceux du sujet. Ce fil coupe la troisième ligne, qui est située entre les deux autres, en un point qui indique la surface cherchée. (V. Thèse Janet, Paris, 1922.)

Que valent toutes ces méthodes, et quelle est celle qu'il convient d'employer en clinique ?

D'après de multiples comparaisons faites, il résulte que la formule de Meeh donne des écarts de 13 p. 100, et au maximum de 30 p. 100 par rapport à la formule linéaire. La formule hauteur-poids, au contraire, ne donne par rapport à cette dernière que des écarts de 1.5 p. 100 (maximum 5 p. 100).

D'autre part, la formule linéaire donnerait des résultats ne s'écartant que de 1.3 p. 100 de ceux fournis par la méthode des moules. La formule hauteur-poids de du Bois est donc supérieure à la formule de Meeh, et son application facile fait que c'est elle qui est employée par la majorité des biologistes, et surtout pour le calcul du M. B. en clinique

*
**

Puisque nous venons de parler de formules et de choix d'une unité de comparaison, nous croyons intéressant de signaler, à titre documentaire, deux autres formules de calcul du M. B., bien qu'il n'y soit plus question de surface du corps :

1° MÉTHODE DE DREYER. — La dépense en calories est calculée en fonction de l'âge et du poids normal théorique, évalué d'après la longueur du tronc et la circonférence du thorax.

2° MÉTHODE DE HARRIS ET BENEDICT. — Le nombre de calories fournies par un sujet en vingt-quatre heures est donné directement par les formules :

Pour l'homme normal :

$$66,473 + 13,7516 P + 5,0033 H - 4,6756 A$$

Pour la femme normale :

$$655,0955 + 9,5634 P + 1,8496 H - 4,6756 A$$

(P = poids en kilos; H = taille en centimètres; A = âge en années.)

Des tables pratiques ont été dressées pour l'emploi facile de ces formules.

Mais, pour la recherche clinique du M. B., les résultats ob-

tenus par ces méthodes ne semblent guère meilleurs que ceux donnés par l'emploi de la surface corporelle et de la formule de du Bois, qui reste donc la méthode de choix « à condition que l'on n'ait pas une conception erronée de l'existence de relation causale entre la surface corporelle et l'élimination calorique ». Et il est bien évident que, pour pouvoir comparer entre eux les M. B. de plusieurs sujets, on se servira toujours de la même formule pour l'évaluation de la surface corporelle de chacun.

..

Terminons ce paragraphe des unités de comparaison, en indiquant les méthodes employées pour rapporter à son poids le nombre de calories dégagées par le sujet :

1° On divise le nombre de calories par le poids du sujet (Rübner, Magnus Lévy, von Noorden);

2° Il vaut mieux le faire d'après le poids idéal, c'est-à-dire le poids que le sujet devrait peser suivant sa taille. Ce poids idéal est donné par les tables de Quetelet.

III. — Evaluation des calories dégagées.

Toutes les conditions et toutes les mesures, exposées dans les deux paragraphes précédents, ayant été réalisées ou déterminées, il faut enfin mesurer la quantité de calories émises en un temps donné par le sujet. D'après la définition du M. B., ce temps est d'une heure; en pratique, on peut évaluer les calories dégagées dans un temps plus court, et en déduire ensuite celles dégagées pendant une heure.

Deux grandes méthodes de mesure se présentent alors :

1° *Méthode directe* : Calorimétrie directe;

2° *Méthode indirecte* : Mesure des échanges respiratoires, au moyen de laquelle on détermine le nombre de calories produites.

A. — MÉTHODES DE CALORIMÉTRIE DIRECTE.

C'est la plus séduisante, puisque c'est une méthode exacte. Elle a, d'autre part, une importance fondamentale, puisqu'elle permet d'établir des tables types avec les calories émises par les sujets normaux suivant leur âge et leur sexe, et ces résultats peuvent permettre d'apprécier comparativement tous ceux qui sont trouvés par les procédés de calorimétrie indirecte.

Son principe est bien connu : le sujet en observation est enfermé dans un calorimètre, et la chaleur qu'il produit est évaluée par divers moyens, qui varient suivant l'appareil considéré.

Parmi les calorimètres utilisés en physiologie, nous citerons, après celui de Lavoisier, celui de d'Arsonval et de Ch. Richet, dont le principe est : calculer la chaleur produite par le sujet en observation d'après la dilatation d'un liquide ou de l'air contenu dans un espace clos annulaire qui circonscrit la cavité où se trouve logé ce sujet.

Rübner, Chauveau, Laulanié, J. Lefèvre, ont aussi employé des calorimètres analogues.

Des enceintes calorimétriques ont été construites pour l'homme. La plus remarquable est celle d'Atwater, décrite dans tous les traités de physique biologique, qui permet d'évaluer non seulement la chaleur produite par le sujet en expérience, mais aussi les échanges respiratoires. En France, on n'a réalisé qu'un seul calorimètre de ce genre, à la Société d'Hygiène alimentaire de Paris, sous la direction de Lefèvre. On comprend sans peine le travail et la dépense considérable que représentent la construction et l'entretien d'un tel calorimètre, dont l'existence ne peut dès lors être envisagée que dans les très grands laboratoires de physiologie.

Bien que des calorimètres plus petits, tels que le calorimètre différentiel de Noyons, permettent de faire une évalua-

tion rapide des calories produites par le sujet et soient ainsi d'un usage possible en clinique, on ne peut non plus songer à les employer en pratique courante.

B. — MÉTHODES DE CALORIMÉTRIE INDIRECTE.

La vraie méthode de calorimétrie employée en clinique doit donc être plus simple; c'est, comme nous allons le voir, la méthode indirecte, celle fondée sur la mesure des échanges respiratoires. Cette dernière étant celle qui a été universellement adoptée en clinique, nous nous proposons de l'étudier spécialement dans le chapitre suivant qui lui est consacré.

Mais avant d'aborder définitivement cette question, puisque nous avons intitulé le présent chapitre : « Techniques générales de mesures du M. B. », nous tenons à signaler, bien qu'il n'y soit plus question du calcul de calories, une méthode indirecte d'appréciation du M. B. tout à fait différente de celles qui sont généralement employées, et qui a été préconisée par A.-C. Guillaume. C'est la méthode spectroscopique de mesure du métabolisme basal.

Méthode spectroscopique de mesure du métabolisme basal.
— Chez le vivant, la spectroscopie du sang et des tissus permet d'obtenir deux éléments qui suffisent à l'estimation du métabolisme basal : le taux de l'oxyhémoglobine sanguine et l'activité de la réduction de cette oxyhémoglobine par les tissus. Si, dans un segment de membre, on arrête la circulation au moyen d'une compression, les phénomènes de combustion locale auront plus ou moins rapidement consommé l'oxygène et réduit l'oxyhémoglobine du sang.

1° On évalue le taux de l'oxyhémoglobine par un examen spectroscopique au moyen de l'hématoscope d'Henocque. On peut aussi évaluer ce taux en examinant directement les tissus vivants à l'aide d'un spectroscope : on n'observe dans ce cas que la raie gauche (située dans le jaune du spectre) de l'oxyhémoglobine, raie dont on tâche d'obtenir la dispa-

rition en interposant des verres jaunes de plus en plus forcés, et gradués par rapport à des taux connus d'oxyhémoglobine.

2° On comprime alors le membre du sujet, de façon à y arrêter la circulation. Le même procédé d'analyse chromatique des tissus permet d'y voir d'abord se renforcer, puis s'atténuer jusqu'à disparaître complètement, la même raie gauche de l'oxyhémoglobine. On obtient ainsi rapidement la vitesse de réduction. On fait alors le rapport :

$$C = \frac{\text{taux de l'oxyhémoglobine}}{\text{Vitesse de réduction de l'oxyhémoglobine par les tissus}}.$$

Ce rapport est proportionnel au M. B. du sujet. Il varie suivant les états morbides. L'écart compris entre les chiffres extrêmes obtenus est dans la proportion de 1 à 8.

Guillaume déclare que les chiffres obtenus par cette méthode sont absolument parallèles à ceux obtenus par la méthode des échanges respiratoires :

« Dans tous les cas où l'estimation du M. B. a été effectuée par l'une et l'autre méthode, les résultats ont été absolument et étroitement concordants. »

Cette méthode est donc séduisante par sa simplicité de réalisation. Est-elle destinée à devenir la vraie méthode clinique d'évaluation du M. B. ? Elle semble cependant n'avoir été que peu employée jusqu'à présent, et nous n'avons rencontré que l'avis d'un seul auteur (Icard) à son sujet. Mais il serait excessivement intéressant d'en faire une étude approfondie.

CHAPITRE IV

EVALUATION DU METABOLISME BASAL PAR LA MESURE DES ECHANGES RESPIRATOIRES

Le sujet étant à jeun, au repos complet, en équilibre thermique et sa surface corporelle étant déterminée, on se propose de calculer sa dépense d'énergie pendant l'épreuve, par la mesure de ses échanges respiratoires. Comme nous l'avons signalé succinctement, cette méthode a été introduite par Lavoisier, puis généralisée par Andral et Gavarret, Smith, Ch. Richet et Hanriot; Chauveau et Tissot, Laulanié, Zuntz, Benedict.

I. — Principe général de la méthode.

Il repose sur la notion que la chaleur animale est le résultat d'oxydations. Le sujet étant au repos complet pendant l'épreuve, l'énergie qu'il dépense alors se traduit uniquement par le dégagement de calories. Ces calories sont produites par la combustion, dans l'organisme, des matériaux que celui-ci a à sa disposition. Il faut donc considérer les deux facteurs de cette combustion :

1° La nature des matériaux brûlés;

2° La quantité d'oxygène qui est nécessaire à leur combustion.

Comme matériaux, l'organisme peut brûler des hydrates de carbone, des graisses ou des protéiques. Cette combustion se traduit par l'utilisation d'une certaine quantité d'oxygène et le rejet d'un certain volume de CO^2 .

Par des appareils appropriés, il est facile d'évaluer l'O utilisé et le CO² dégagé par l'organisme pendant l'expérience. Dès lors, on peut faire le rapport $\frac{\text{CO}^2}{\text{O}^2}$, qui est le quotient respiratoire. Comme nous le montrerons plus loin, la valeur de ce quotient permet de se rendre compte de la nature des matériaux que l'organisme a brûlés pendant l'expérience. Il a été établi qu'un litre d'oxygène produit une quantité de calories variable, suivant qu'il brûle des hydrates de carbone, des graisses ou des protéiques, mais fixe pour chacune de ces matières, de sorte que, pour chacune, il a une « valeur calorifique » déterminée.

On a dès lors tous les éléments du problème :

1° La nature des aliments comburés pendant l'épreuve est donnée par le quotient respiratoire. On sait donc la valeur calorifique, ou coefficient calorique, de l'oxygène dont il faut tenir compte;

2° On connaît le nombre de litres d'oxygène qui ont été consommés.

Il suffit donc de multiplier ce nombre de litres d'O par la valeur calorifique convenable pour avoir le nombre de calories qui ont été produites par l'organisme pendant le temps de l'expérience.

Le dosage de l'oxygène utilisé et du gaz carbonique dégagé par l'organisme n'est fait que sur les gaz de la respiration. On néglige donc la respiration cutanée, mais c'est très acceptable pratiquement, car, d'après Benedict, elle ne dépasse guère 2 p. 100 de la respiration totale du sujet.

*
* *

D'après ce principe général, la méthode revient donc à :

1° Evaluer le nombre de litres d'oxygène employés par l'organisme pour ses combustions pendant une heure : N.

2° Déterminer quel est le coefficient calorique de l'oxygène qu'il convient d'employer : C.

C'est sous ces deux titres que nous allons donner les explications nécessaires des notions un peu trop schématiques que nous venons d'exposer.

Finalement, le métabolisme basal sera donné simplement par la formule correspondant à la définition qui en a été donnée :

$$MB = \frac{C \times N}{\text{surface corporelle du sujet}}.$$

II. — Détermination de la quantité d'oxygène utilisé par l'organisme : N.

1° Cette quantité d'oxygène N peut être connue directement : il suffit de disposer d'un réservoir d'oxygène qui, pendant l'épreuve, fournit au sujet exactement la quantité d'oxygène dont il a besoin. Comme nous le verrons au chapitre suivant, ceci est réalisé au moyen des « appareils à circuit fermé ». Cette méthode ne nécessite donc pas le calcul du quotient respiratoire. Comme coefficient calorique de l'oxygène on prend donc une valeur moyenne, qui, comme nous l'étudierons ultérieurement, a été déterminée une fois pour toutes.

2° Mais si, par d'autres dispositifs « appareils à circuit ouvert », le sujet, pendant l'épreuve, inspire simplement l'air atmosphérique, c'est par l'étude de l'air qu'il expire que l'on arrivera à connaître la quantité d'oxygène qu'il utilise. Ce procédé soulève donc certains problèmes qui, dans la pratique, sont aisément résolus, mais qu'il est indispensable de connaître.

Ce sont ces problèmes que nous allons exposer maintenant

*
* *

Q. R. APPARENT.

Dans la méthode à circuit ouvert, au moyen d'appareils et de techniques que nous indiquerons ultérieurement, on mesure le volume d'air expiré par le sujet pendant le temps de l'expérience. Cet air expiré est à une température et à une pression barométrique qu'il faut noter. Il est d'autre part saturé de vapeur d'eau. Il est donc nécessaire de ramener son volume à 0 degré, 760 millimètres de pression, et sec. Ceci s'obtient d'après la formule :

$$\text{Volume à } 0^{\circ}, 760 \text{ m/m, et sec} = V \times \frac{H - f}{760} \times \frac{1}{1 + \alpha t},$$

où :

V = le volume mesuré;

H = pression barométrique du moment;

f = tension de la vapeur d'eau à la température t ;

t = température de l'air expiré;

$$\alpha = \frac{1}{273} = 0,00365.$$

(Voir les livres de physique pour plus amples explications.)

En pratique, les tables de Haldane donnent immédiatement le résultat (Voir au chapitre VIII le tableau II).

Un échantillon de cet air, bien homogène, est prélevé et analysé. Il donne le pourcentage de l'oxygène expiré, du CO^2 expiré et de l'azote expiré pendant l'épreuve. Mais l'on veut savoir quel est le pourcentage de l'oxygène qui a été utilisé par l'organisme. Or on connaît déjà le pourcentage de l'oxygène qui a été inspiré : c'est celui de l'air atmosphérique, qui est sensiblement toujours le même : $\frac{20,9}{100}$ (l'air atmosphérique étant composé de :

$$\text{Az} = \frac{79,1}{100} \text{ et } \text{O}^2 = \frac{20,9}{100}.$$

Il semble donc qu'en faisant l'opération :

$$O \text{ inspiré} - O \text{ expiré.}$$

on obtienne la quantité d'O utilisée par l'organisme. On pourrait dès lors faire le rapport :

$$\frac{CO^2 \text{ expiré}}{Oxygène \text{ semblant utilisé}} = \frac{CO^2}{O^2} = \text{quotient respiratoire.}$$

Ce rapport calculé ainsi est le : Q. R. *apparent*.

Mais une partie de l'oxygène inspiré ne reparaît dans l'air expiré ni sous forme de CO^2 , ni sous forme d'oxygène libre. Elle sert dans l'organisme à d'autres combustions dont les déchets ne s'éliminent pas par les poumons : produits de dégradation des albuminoïdes, tels que l'urée, qui s'éliminent par l'urine, ou bien dégradations incomplètes d'albuminoïdes complexes en albuminoïdes plus simples, mais dont les déchets ultimes ne sont pas encore expulsés de l'organisme, etc. Comme le CO^2 occupe le même volume que l'O qui a servi à le former, le pourcentage d'azote de l'air expiré est plus fort que celui de l'air inspiré.

Q. R. RÉEL.

Le volume d'air expiré en une heure est par conséquent inférieur au volume d'air inspiré dans le même temps. Ce n'est qu'à condition de tenir compte de cette particularité que l'on trouvera la quantité exacte d'oxygène utilisée par le sujet, ce qui donnera un nouveau quotient respiratoire $\frac{CO^2}{O^2}$, qui est le Q. R. *réel*.

Ce Q. R. réel ne peut être établi que d'après le Q. R. apparent. Pour montrer la marche à suivre, nous ne pouvons mieux faire que de citer l'exemple fourni par H. Janet dans sa thèse :

Soit : Air expiré en une heure = 300 litres (ramené à 0°760 m/m et sec).

L'analyse a donné :

$$O = \frac{16,9}{100} \quad CO^2 = \frac{3}{100} \quad Az = \frac{80,1}{100}$$

alors que l'air atmosphérique contient :

$$O = \frac{20,9}{100} \quad \text{et} \quad Az = \frac{79,1}{100}$$

La quantité de CO^2 expirée en une heure est :

$$300 \times \frac{3}{100} = 9 \text{ litres.}$$

La quantité d'O utilisée en une heure est obtenue ainsi. On peut dire : l'air inspiré a $\frac{20,9}{100}$ d'oxygène; l'air expiré en a $\frac{16,9}{100}$. Donc l'oxygène utilisé est de :

$$\frac{20,9 - 16,9}{100} = \frac{4}{100}$$

donc, par heure :

$$300 \times \frac{4}{100} = 12 \text{ litres}$$

On a ainsi le Q. R. apparent :

$$\frac{CO^2}{O^2} = \frac{9}{12} = 0,75.$$

Pour avoir le Q. R. réel, il faut faire le raisonnement suivant :

Le volume de l'azote inspiré est égal au volume de l'azote expiré, donc il est de :

$$300 \times \frac{80,1}{100} = 240 \text{ lit. 3.}$$

Mais le rapport du pourcentage de l'azote expiré au pourcentage de l'azote inspiré est de :

$$\frac{80,1}{79,1}$$

Donc :

Dans l'air inspiré :

à 79,1 d'azote correspond 20,9 d'oxygène inspiré;

à 1 d'azote correspond $\frac{20,9}{79,1}$

et à $300 \times \frac{80,1}{100}$ correspond :

$$300 \times \frac{80,1}{100} \times \frac{20,9}{79,1} \text{ d'oxygène inspiré.}$$

Or l'oxygène expiré est de :

$$300 \times \frac{16,9}{100}$$

Donc :

Oxygène utilisé = oxygène inspiré - oxygène expiré.

$$= 300 \times \frac{20,9 \frac{80,1}{79,1} - 16,9}{100} = 12 \text{ lit. } 73.$$

Le Q. R. réel est donc :

$$\frac{\text{CO}^2}{\text{O}} = \frac{9}{12,73} = 0.70.$$

On voit donc que la différence est fort sensible et qu'il est indispensable de ne se servir que du Q. R. réel.

En pratique :

1° On calcule le Q. R. apparent;

2° Le Q. R. réel est donné directement d'après le Q. R. apparent par des tables qui ont été construites, les unes par Haldane, les autres par H. Janet (V. chap. VIII, tabl. III), en suivant le même raisonnement que ci-dessus;

3° On divise le nombre de litres de CO^2 expirés en une heure par le Q. R. réel. On a ainsi le nombre réel de litres d'oxygène utilisés en une heure.

En effet :

$$\text{Q. R. réel} = \frac{\text{CO}^2}{\text{O}^2}$$

Donc :

$$\text{O utilisé} = \frac{\text{CO}^2}{\text{Q. R. réel}} = \text{N.}$$

III. — Détermination du coefficient calorique de l'oxygène : C.

A. — IL NOUS FAUT ICI EXPLIQUER LES NOTIONS QUE NOUS AVONS ÉNONCÉES DANS LE PRINCIPE GÉNÉRAL DE LA MÉTHODE.

Les expériences de calorimétrie d'Atwater ont montré que la quantité d'énergie, exprimée en calories, dépensée par le sujet en expérience, vaut exactement la quantité d'énergie contenue dans les aliments qu'il a consommés, lorsque l'état de ce sujet est le même au commencement et à la fin de l'expérience. D'autre part, cette quantité de calories est exactement celle qu'on aurait recueillie dans le calorimètre si on y avait fait brûler directement et complètement les aliments (lois de Berthelot). Dans la recherche du M. B., le sujet consomme les aliments fournis par ses réserves : hydrates de carbone, graisses et albumines.

Supposons que son organisme ne consomme pendant l'épreuve que des hydrates de carbone par exemple. On sait que la combustion complète de 1 gramme d'hydrates de carbone demande 0 l. 8288 d'oxygène et fournit 4 cal. 1825, que cette combustion se fasse directement ou bien dans l'organisme. Les mutations que les hydrates de carbone subissent dans l'organisme importent donc peu sur le résultat final. Par conséquent, 1 litre d'oxygène brûlant des hydrates de carbone produit :

$$\frac{4,1825}{0,8288} = 5 \text{ calories } 047.$$

C'est cette quantité de calories que l'on appelle le coefficient calorique de l'oxygène pour les hydrates de carbone.

On a établi de la même façon que :

Coefficient calorique de l'oxygène pour les graisses = 4,686;

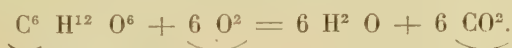
Coefficient calorique de l'oxygène pour les protéiques = 4,600 (Magnus Lévy).

Mais, en pratique, le sujet en expérience consomme à la fois des hydrates de carbone, des graisses et des protéiques. Pour savoir la quantité de calories produites chez lui par l'utilisation de 1 litre d'oxygène, il faudrait savoir quel est le coefficient calorique moyen qui correspond à cette consommation simultanée des trois aliments. Des expériences de Magnus Lévy ont montré que, dans les conditions de l'expérience (sujet à jeun et au repos), ce coefficient calorique moyen de l'oxygène est égal à 4,83 (Lambling).

Par conséquent : N étant le nombre de litres d'oxygène utilisés par le sujet, il suffit de faire l'opération $N \times 4,83$ pour avoir le nombre de grandes calories équivalent à l'énergie dépensée par le sujet pendant le temps de l'épreuve.

B. — EMPLOI DU QUOTIENT RESPIRATOIRE POUR PLUS DE PRÉCISION.

On sait que, si la combustion complète de 1 gramme d'hydrates de carbone utilise 0 l. 8288 d'oxygène, elle produit le même volume d'acide carbonique. En effet :



Pour les hydrates de carbone, le rapport $\frac{CO^2}{O^2}$ est donc de $\frac{6}{6}$, c'est-à-dire égal à 1.

En partant d'équations chimiques analogues, pour les graisses et pour les protéiques, on a établi que la quantité d'acide carbonique dégagée par la combustion de ces deux derniers éléments diffère de la quantité d'oxygène utilisée et qu'ainsi les quotients respiratoires sont :

$$\text{Pour les graisses : } \frac{CO^2}{O^2} = 0,703.$$

$$\text{Pour les protéiques : } \frac{CO^2}{O^2} = 0,814_2$$

Il est intéressant de profiter de ces faits dans le calcul du M. B. Pour avoir le nombre de litres d'oxygène utilisés on a

recherché le quotient respiratoire. On peut en déduire quel est l'aliment que le sujet a consommé en prédominance pendant l'épreuve. Pour le choix de la valeur calorifique de l'oxygène, il faut donc prendre une valeur qui reflète cette prédominance, et l'on aura finalement pour le calcul du M. B. un résultat plus exact que si on se contente de multiplier le nombre de litres d'oxygène utilisés par le coefficient calorique moyen 4,83. C'est ainsi que, chez un diabétique grave, qui ne consomme que très peu d'hydrates de carbone, le quotient respiratoire est très abaissé, puisqu'il n'est le témoin que de la consommation presque exclusive de graisses ou de protéiques. Le coefficient calorique de l'oxygène choisi devra donc se rapprocher des chiffres 4,686 ou 4,6, et ne pas être systématiquement 4,83.

Pour le calcul pratique du M. B., des tables ont été construites qui tiennent compte de ces faits. La table de Boothby et Sandiford (V. chapitre VIII, tableau IV) indique quel est le coefficient calorique de l'oxygène qu'il convient d'employer quand on connaît le Q. R. réel. Cependant, plusieurs auteurs jugent ceci inutile et estiment que le coefficient de 4,83 est satisfaisant.

IV. — Récapitulation. — Valeur de la méthode.

En pratique, on détermine les échanges respiratoires pendant une épreuve de dix minutes. On en déduit aisément le volume d'air expiré en une heure, et l'on admet qu'un échantillon de l'air expiré, prélevé sur cet air de dix minutes, est suffisamment homogène pour donner, à l'analyse, la composition moyenne exacte de l'air expiré par le sujet pendant une heure.

Ainsi, au moyen de la méthode des échanges respiratoires, le M. B. est bien obtenu par la formule :

$$M.B = \frac{C \times N}{S}.$$

Nous avons déjà indiqué les critiques que l'on peut faire au sujet de S. Voyons maintenant quelques-unes de celles que l'on peut formuler au sujet de C et de N, en dehors, bien entendu, des erreurs expérimentales qui ont pu se glisser dans leur recherche.

On a dit que la valeur du Q. R. était sujette à caution car il est calculé sur le gaz expiré d'une période trop courte (J.-E. Bigwood). Mais il a été prouvé qu'il varie peu, lors de plusieurs épreuves, si les conditions d'expérience du sujet sont les mêmes.

D'autre part (Sainton et Péron), la concentration du CO_2 dans l'air expiré est sujette à de grandes variations individuelles qui dépendent des facteurs mécaniques de la respiration du sujet : s'il y a grande ampliation thoracique, la proportion de CO_2 expiré est faible : moins de 3 p. 100. Si, au contraire, l'ampliation est mauvaise, la proportion de CO_2 est élevée : plus de 3 p. 100. Mais c'est surtout le débit respiratoire qui conditionne l'état du M. B. trouvé. Ce dernier croît quand le débit augmente et diminue en même temps que lui.

Quoi qu'il en soit, les résultats obtenus par cette méthode de calorimétrie indirecte ont été trouvés sensiblement égaux à ceux obtenus par calorimétrie directe. Rübner et Lusk, expérimentant chez le chien, ont trouvé qu'il dépensait dans un temps déterminé 2.230 calories (calorimétrie directe) ou 2.244 (méthode des échanges respiratoires), soit un écart de 0,6 p. 100 seulement. Atwater et Benedict, calculant les valeurs quotidiennes moyennes des calories dépensées pendant une quarantaine de journées d'observation, chez trois sujets nourris d'un régime mixte, ont trouvé par calorimétrie directe 2.723 calories et par mesure des échanges respiratoires 2.717, soit un écart de 0,2 p. 100. Coleman et du Bois, Meyer, ont recherché chez des malades l'écart fourni par l'emploi successif des deux méthodes. Ils n'ont trouvé, de même, que des différences peu sensibles.

La valeur de la méthode de calcul des calories dépensées, par la mesure des échanges respiratoires, reste donc entière, et, en raison de sa simplicité relative, elle constitue une méthode de choix pour l'étude du M. B. en clinique.

CHAPITRE V

APPAREILS ET TECHNIQUES EMPLOYES POUR LA MESURE DES ECHANGES RESPIRATOIRES

Il résulte des considérations précédentes que tous les appareils nécessaires pour la mesure des échanges respiratoires doivent servir à évaluer la quantité d'oxygène utilisé par l'organisme avec ou sans détermination du débit respiratoire. De multiples appareils réalisent ces conditions, les uns d'un emploi plus commode en clinique que d'autres. Nous ne pouvons les décrire en détail ici, et d'ailleurs on peut trouver leur technique détaillée dans de nombreux ouvrages ou même dans les catalogues des maisons qui les construisent. Cependant, il est nécessaire que nous en donnions une vue d'ensemble : nous nous proposons donc, dans le présent chapitre, d'exposer quels en sont les principes généraux, les avantages respectifs, et, par conséquent, quel choix il convient d'en faire pour l'usage de la pratique clinique courante.

Principes généraux.

Il y a deux types d'appareils :

1° APPAREILS A CIRCUIT OUVERT. — Par des dispositifs appropriés, masques avec soupapes ou embout buccal, le sujet inspire l'air atmosphérique, et l'air qu'il expire est recueilli dans divers appareils qui permettent de mesurer son volume (gazo-

mètres) et d'analyser sa teneur en gaz carbonique et en oxygène (eudiomètres). Le sujet se trouve donc dans les conditions physiologiques normales, et l'on calcule son quotient respiratoire. Mais on a alors à résoudre successivement tous les problèmes que nous avons précédemment exposés.

2° APPAREILS A CIRCUIT FERMÉ. — Ils utilisent le principe de Regnault et Reiset : Le sujet respire dans une enceinte fermée, qu'il y soit lui-même (chambres respiratoires) ou que son appareil respiratoire soit seul mis en relation avec cette enceinte fermée, par un dispositif de masques ou soupapes analogue à celui du type précédent. Le CO_2 est absorbé dans cette enceinte fermée au fur et à mesure qu'il se produit. L'oxygène y est fourni par un réservoir, selon les besoins du sujet. L'air de l'enceinte fermée doit avoir la même composition au début et à la fin de l'épreuve. L'oxygène qui a disparu du réservoir représente donc exactement la quantité qui a été utilisée par le sujet. Aucune analyse d'air n'est donc nécessaire. Cette mesure directe dispense ainsi de la recherche des quotients respiratoires et permet d'éviter les problèmes qu'elle nécessite.

Nous adopterons, pour l'étude de ces différents éléments, le plan suivant :

- 1° Etude des chambres respiratoires, qui constituent un appareil bien spécial;
- 2° Etude des dispositifs s'adaptant aux voies respiratoires du sujet, pour canaliser son courant respiratoire (dispositifs communs aux appareils à circuit ouvert et à circuit fermé);
- 3° et 4° Etude distincte des appareils à circuit fermé et à circuit ouvert;
- 5° Du choix d'un appareil pour la mesure du métabolisme basal en clinique;
- 6° Technique de la conduite d'une épreuve.

I. — Chambres respiratoires.

Le type le plus courant consiste en un espace clos dans lequel le sujet est enfermé. L'acide carbonique est absorbé au fur et à mesure de sa formation, et de l'oxygène y est ajouté pour remplacer celui qui a été utilisé.

CHAMBRE RESPIRATOIRE DE REGNAULT ET REISET. — C'est la plus ancienne. Elle était de dimensions réduites et utilisée pour l'expérimentation chez l'animal. L'air y circulait par le mouvement alternatif de deux pipettes remplies de potasse, et absorbant par conséquent l'acide carbonique, suspendues à l'extrémité d'un fléau. L'oxygène était dans un ballon placé sur de l'eau, et appelé par la dépression causée par l'absorption du CO_2 . La quantité d'oxygène utilisée était ainsi mesurée directement.

CHAMBRE D'ATWATER ET BENEDICT. — Utilise le même principe et est en même temps un calorimètre. Comme on le sait, il est de vastes dimensions et sert pour l'homme. La vapeur d'eau émise par le sujet est absorbée par des récipients contenant de l'acide sulfurique. L'acide carbonique est absorbé au moyen de chaux sodée. Les variations de poids de ces récipients indiquent les quantités de H_2O et de C_2O émises. L'oxygène est fourni par un gazomètre au fur et à mesure des besoins.

BED RESPIRATION CALORIMETER DE BENEDICT ET CARPENTER. -- Est de même principe que le précédent, mais est plus réduit : c'est une chambre respiratoire de 950 litres de capacité, qui peut contenir un homme couché.

Dans ces chambres, la respiration cutanée est mesurée en même temps que la respiration pulmonaire. Mais ces appareils sont coûteux, encombrants, et ne sont pas, par conséquent, d'un usage courant.

D'autres chambres respiratoires existent, conçues sur des

principes analogues ou différents (circuit ouvert). Nous ne pouvons que les signaler : chambres de Pettenkofer et Voit, de Sonden et Tigerstedt, de Jaquet, de Grafe.

II. — Soupapes et masques communs aux appareils à circuit fermé et à circuit ouvert.

Ces dispositifs permettent de laisser le sujet à l'air libre et mettent seulement son nez ou sa bouche en communication avec l'appareil de mesure.

Ils sont l'application de deux procédés :

Premier procédé. — Le nez du sujet étant obturé, celui-ci ne respire plus que par la bouche. Celle-ci, au moyen d'un embout buccal, est mise directement en relation avec un tube en caoutchouc ou en métal. Ce tube communique au moyen d'un jeu de deux soupapes, soit avec l'appareil à circuit fermé, soit (circuit ouvert) avec l'air atmosphérique, d'une part, et les appareils de mesure de l'air expiré, d'autre part.

Deuxième procédé. — Un masque en caoutchouc est adapté hermétiquement à la figure du sujet; le nez et la bouche de celui-ci restent libres à son intérieur, qui constitue ainsi un petit espace clos. Par un jeu de soupapes, cet espace communique avec les appareils de mesure ou l'air atmosphérique, comme précédemment.

A. — EMBOUT BUCCAL ET SOUPAPES.

Il existe de différents modèles, dont le type est le ferme-bouche de J. Denayrouse : Une lame de caoutchouc, de forme ovale, est introduite dans la bouche, sous les lèvres, entre les maxillaires. Deux petits tenons maintiennent les dents écartées. De son centre, qui est troué, part un tube métallique, qui renferme deux soupapes et conduit aux appareils.

Cet embout buccal est surtout employé en Amérique. Beaucoup d'auteurs ont signalé ses inconvénients : il nécessite l'obturation des narines, ce qui modifie les conditions de la respiration du sujet; il permet les fuites de gaz si le sujet ne ferme pas bien ses lèvres. Cependant, tout récemment encore, Benedict a affirmé sa supériorité sur les masques, à condition que les narines du sujet soient exactement obturées.

B. — MASQUES AVEC SOUPAPES.

MASQUE DE PECH. — Il est en métal, revêtu de caoutchouc, muni d'un bourrelet pneumatique sur son pourtour, et placé de façon à entourer la bouche et le nez du sujet : il est maintenu par des courroies. Il communique avec les appareils au moyen d'un tube à soupapes semblable au précédent. Ce n'est donc qu'un demi-masque : l'étanchéité, fournie par le contact du bourrelet avec la peau, est à surveiller. Divers auteurs ont été satisfaits de son emploi.

MASQUE TISSOT. — C'est le masque de guerre. Il est en caoutchouc, maintenu en place par des bandes élastiques qui passent sur et derrière la tête. Il adhère parfaitement, par tout son pourtour, sur le front, les joues et sous le menton. Deux orifices munis de verres sont devant les yeux. Devant la bouche et le nez, maintenus écartés par une pièce de métal qui repose sur le creux du menton, sont adaptés deux tubes munis chacun d'une soupape métallique très légère. Par l'un, le sujet aspire l'air; l'air expiré s'en va par l'autre; le jeu des soupapes assure parfaitement le fonctionnement. Les soupapes sont assez sensibles et les tubes assez gros pour n'offrir aucune résistance appréciable au passage de l'air.

Deux inconvénients : si le sujet a une grande barbe, on ne peut employer ce masque; s'il est très maigre ou trop petit, il faut parfois compléter l'étanchéité du masque par l'application d'ouate sur son pourtour et de bandes élastiques supplémentaires.

Mais, employé d'abord par Langlois, Marcel Labbé, Stévenin, Nobécourt, H. Janet, Achard et Binet, il semble être adopté en France par de nombreux expérimentateurs. S'il est bien appliqué, il donne en effet des résultats très satisfaisants; sa stérilisation est facile et, fait non négligeable, pour la plupart des sujets il est supporté bien plus aisément que l'embout buccal.

CASQUE DE BENEDICT. — Benedict l'a présenté en février 1929. C'est une sorte de casque de scaphandrier, qui s'applique au cou d'une façon hermétique par une membrane de caoutchouc. Benedict signale la grande supériorité des résultats obtenus par son emploi.

III. — Appareils à circuit fermé.

Nous en avons déjà exposé le principe; voici leur réalisation :

A. — APPAREILS DE BENEDICT.

Il y en a plusieurs types :

Le « Benedict universal respiration apparatus », qui, perfectionné au fur et à mesure des besoins, est représenté par divers modèles : le « Tension equalizer unit », le « Spirometer unit », le « Benedict Student Apparatus ».

1° Le sujet aspire et expire le gaz de l'appareil par des appliques buccales. Entraîné par un ventilateur, l'air se dépouille de sa vapeur d'eau dans des récipients à SO_4H_2 , et de son gaz carbonique dans de la chaux sodée : l'augmentation du poids des récipients indique l'élimination de CO_2 qui s'est faite. De l'oxygène pur est fourni au fur et à mesure par un obus à oxygène comprimé, et la quantité débitée est mesurée par un gazomètre.

2° Cet appareil, d'un maniement délicat, a été simplifié, et le type actuellement employé « Appareil portatif de Benedict »

consiste en ceci : Le sujet respire, en circuit fermé, de l'oxygène pur contenu dans une cloche graduée; le CO^2 est absorbé par de la chaux sodée. L'abaissement de la cloche, rythmé par la respiration, est inscrit sur un tambour de Marey et peut être évalué avec précision. Durée de l'épreuve : 6 minutes. Le volume de la cloche est calculé de telle sorte qu'un abaissement de 1 millimètre correspond à une absorption d'oxygène qui équivaut à une dépense de 1 calorie par heure, ce qui évite tous les calculs. Cet appareil présente donc de gros avantages, et son emploi est très facile et d'une très grande simplicité.

B. — APPAREIL DE KROGH.

C'est un spiromètre enregistreur de principe analogue à celui de Benedict. C'est un appareil oscillant dont les variations de contenance sont enregistrées graphiquement. Il renferme un récipient contenant 8 kilos de chaux sodée, qui peut absorber 1.000 litres de CO^2 . Au début de l'épreuve, on y introduit 6 litres d'oxygène. Par le système de l'embout buccal, le sujet inspire l'oxygène de l'appareil et y rejette son air expiré, dont le CO^2 est immédiatement absorbé. Le spiromètre décrit une courbe descendante du fait de l'utilisation de l'oxygène qu'il contenait, et l'enregistrement graphique de cette courbe permet de déterminer exactement la quantité d'oxygène consommée. L'appareil permet de calculer le Q. R. avec une précision considérable.

C. — APPAREIL DE JONES.

Le sujet respire dans un masque relié à un réservoir contenant du charbon et de la potasse, qui absorbe le CO^2 . Il y est adapté un obus à oxygène, et de l'oxygène est introduit au fur et à mesure des besoins. Une vessie en connexion avec l'appareil peut se gonfler et y maintient la pression constante.

IV. — Appareils à circuit ouvert.

Pour leur emploi, le sujet est, comme précédemment, muni d'une applique buccale ou d'un masque, que nous avons déjà étudiés. Ce masque est relié aux appareils par des tuyaux de caoutchouc de calibre suffisamment gros pour qu'ils n'offrent pratiquement aucune résistance au passage de l'air. Les tuyaux nécessaires pour relier plusieurs parties de l'appareil sont également de même type.

Nous avons vu que les appareils à circuit ouvert doivent obligatoirement permettre d'évaluer le débit respiratoire et d'analyser l'air expiré pendant l'épreuve. Ils comprennent donc nécessairement :

- 1° Un appareil de mesure de l'air expiré;
- 2° Un dispositif permettant de conserver l'air expiré, avec le moyen de faire une prise de cet air pour l'analyse;
- 3° Un appareil pour l'analyse de l'air expiré.

Un même appareil peut être agencé pour remplir à lui seul les deux premières fonctions; nous le signalerons au moment utile.

A. — APPAREILS DE MESURE DE L'AIR EXPIRÉ.

1° GAZOMÈTRES. — Employés par Züntz, Geppert et par Tissot. Le type actuel est celui de Tissot. C'est un gazomètre à système compensateur constitué par une cloche métallique qui s'enfonce plus ou moins dans l'eau d'une cuve. Cette cloche est en équilibre dans toute position et n'offre aucune résistance à la respiration. Tout l'air expiré par le sujet vient s'y emmagasiner et, en raison de la sensibilité des mouvements de la cloche, due au système de compensation, il est maintenu à la pression atmosphérique. Cet appareil sert donc à mesurer le débit; d'autre part, comme il conserve l'air qui y est con-

tenu, on peut, pour l'analyse, y puiser directement celui-ci. Il est d'une grande précision.

2° SPIROMÈTRES. — Le type est le spiromètre de Verdin. C'est un compteur à gaz, qui ne comporte pas l'emploi de liquide. L'air expiré par le sujet ne fait que le traverser : mais il met en marche des engrenages suffisamment sensibles, dont le mouvement se transmet à des aiguilles visibles sur un cadran gradué. Les quantités d'air qui ont traversé le spiromètre sont ainsi totalisées et traduites sur le cadran en décalitres, litres et centilitres. Un thermomètre adjoint au spiromètre indique la température de l'air expiré. Il semble que cet appareil se dérègle facilement, mais il est d'un emploi aisé en clinique. Il ne permet pas de conserver l'air expiré; il faut donc toujours lui adjoindre un des systèmes indiqués plus bas, pour faire un prélèvement d'air pour l'analyse.

Lors de son emploi, il faut veiller à ce que la respiration du sujet soit très régulière.

B. — DISPOSITIFS PERMETTANT DE CONSERVER UN ÉCHANTILLON DE L'AIR EXPIRÉ.

Nous avons vu que, seul, l'emploi du spiromètre les nécessite : le gazomètre remplit ce rôle en même temps qu'il mesure le volume.

Il y en a deux types principaux :

1° FLACON MÉLANGEUR. — C'est le dispositif imaginé par Langlois et adopté par Labbé et Stévenin, H. Janet, etc. Un flacon en verre, de 4 à 5 litres de contenance, est intercalé entre le masque et le spiromètre. Tout l'air expiré par le sujet pendant l'épreuve le traverse. On admet qu'à la fin de l'épreuve ce flacon contient un air qui a la composition moyenne de tout l'air expiré pendant l'épreuve. Des ballons de caoutchouc, amovibles, sont en relation avec lui et contiennent par conséquent un air exactement semblable. Ces ballons, une fois fer-

més et détachés, renferment l'échantillon d'air expiré nécessaire pour l'analyse.

Comme pour les autres dispositifs, il faut, avant l'épreuve, purger tuyaux et appareil de l'air atmosphérique qu'ils contiennent. On ne commence donc l'épreuve que quand le sujet a déjà expiré au moins 50 litres dans l'appareil, et l'on admet alors que tout l'air atmosphérique a été chassé.

2° SAC A GAZ. — C'est la méthode de Douglas. Tout l'air expiré est conduit dans un large sac en caoutchouc de grande contenance. Une prise de gaz faite dans ce sac donnera pour l'analyse un échantillon forcément fidèle, puisqu'il portera sur tout l'air expiré par le sujet pendant l'épreuve.

On conçoit qu'avec un tel sac on peut opérer de deux façons :

a) L'air expiré sort du masque, passe par le spiromètre qui en mesure le volume, puis est emmagasiné dans le sac;

b) L'air expiré sort du masque et va directement dans le sac. Ultérieurement, au laboratoire, on en mesurera le volume au moyen d'un spiromètre ou d'un gazomètre, puis on fera la prise d'échantillon pour l'analyse.

Dans tous ces dispositifs, il est nécessaire de faire l'analyse du gaz peu après l'épreuve, car, à travers le caoutchouc, il se produit à la longue une diffusion des gaz et particulièrement du CO_2 . Pour éviter cet inconvénient, des « appareils à prises de gaz » ont été construits qui permettent d'emmagasiner dans des ampoules de verre les échantillons d'air, dont l'analyse pourra dès lors être différée.

C. — APPAREILS POUR L'ANALYSE DE L'AIR EXPIRÉ.

Ce sont les eudiomètres. Le principe général en est le suivant.

Un échantillon de l'air à analyser est introduit dans une burette graduée et y est maintenu à la pression atmosphérique

et à température constante pendant toute la durée de l'analyse par des systèmes appropriés (cuves ou écrans). Par un jeu de robinets et le déplacement d'une colonne de liquide (eau ou mercure) provoqué par l'élévation d'une ampoule qui contient ce liquide, le gaz est conduit successivement de la burette dans deux tubes laboratoire où le CO^2 , puis l'oxygène, sont absorbés. Après chaque absorption, le gaz est ramené par les mêmes moyens dans la burette graduée où l'on peut ainsi constater la quantité de CO^2 ou d'oxygène qu'il contenait et qui se traduit alors par une diminution de volume.

En fin d'analyse, la burette ne contient plus que de l'azote.

Nous ne pouvons songer à décrire ici chaque eudiomètre. On peut se procurer aisément des notices qui les concernent et qui les décrivent avec schémas à l'appui. Nous allons essayer seulement d'en signaler les avantages respectifs.

1° EUDIOMÈTRE DE CHAUVÉAU. — Le CO^2 est absorbé par la potasse. Le gaz restant est mis en contact avec $2/5^{\text{es}}$ d'hydrogène. Une étincelle électrique fait combiner l'oxygène du gaz avec l'hydrogène introduit. On peut alors évaluer la quantité d'oxygène qui existait d'après le volume d'eau qui se produit.

N'est pas employé pour la recherche du M. B.

2° EUDIOMÈTRE D'ORSAT-SALLERON. — L'analyse porte sur 100 centicubes de gaz. Le CO^2 est absorbé par de la lessive de potasse à 36° B. L'oxygène par du pyrogallate de potasse à 36° B. Il est peu employé car, tel quel, il ne donne pas la précision nécessaire aux mesures faites pour la recherche du M. B.

3° EUDIOMÈTRE DE HALDANE. — A été employé par Achard, Desbouis et Binet, Cordier et d'autres, surtout en Angleterre et en Amérique.

L'analyse des gaz porte sur 100 centicubes ou 10 centicubes suivant les modèles. Il comporte une cuve à eau qui entoure la burette graduée et la maintient à température constante. Les réactifs sont la potasse et le pyrogallate de potasse. Le

piston de liquide qui permet de déplacer le gaz est constitué par du mercure.

Son avantage est d'être portatif (petit modèle), mais la précision en est alors diminuée, puisque l'analyse ne porte alors que sur 10 centicubes de gaz : elle serait de $1/2.000^e$.

4° EUDIOMÈTRE DE BOIGEY ET BRIGAUDET. — Utilisé en physiologie. Manoïlovitch l'a utilisé pour ses recherches de M. B. L'analyse se fait sur 20 centicubes de gaz. Le CO_2 est absorbé par de la potasse à 4 p. 100, l'oxygène, par du pyrogallate de potasse ou du phosphore. Le piston liquidien est du mercure ou de l'eau.

5° EUDIOMÈTRE DE LAULANIÉ. — Formé d'un tube en U dont l'une des branches renferme 100 centicubes de l'air à analyser. L'autre branche sert de manomètre. Par sa partie inférieure, le tube en U communique avec la colonne de liquide qui permet de faire déplacer le gaz contenu dans la première branche graduée. Par l'intermédiaire d'un robinet à trois voies, celle-ci communique soit avec un flacon à potasse pour l'absorption du CO_2 , soit avec un flacon à phosphore qui absorbe l'oxygène. Une cuve thermostatique entourant le tube en U assure la constance de la température du gaz pendant son séjour dans ce tube.

Cet appareil assez ancien a été très employé jusqu'à ces dernières années. Mais la durée d'une analyse est longue : d'une part, il faut attendre après chaque déplacement que le gaz du tube en U revienne à la même température que la cuve qui l'entoure; d'autre part, l'absorption de l'oxygène par le phosphore est longue. Les fuites sont possibles par le robinet à trois voies. Il en résulte que les résultats d'analyse peuvent souvent ne pas avoir la précision suffisante.

6° EUDIOMÈTRES DE PLANTEFOL. — Plantefol a longuement étudié les avantages et les défauts de l'appareil de Laulanié. Il l'a modifié et, récemment (1925), il a mis au point un nouvel eudiomètre qui présente une supériorité incontestable.

De principe analogue à celui de Laulanié, il a reçu les modifications importantes suivantes :

a) Le tube en U est remplacé par une simple burette graduée de 100 centicubes;

b) Le robinet à trois voies est modifié : les voies qui traversent le robinet sont dans des plans différents, donc aucune fuite n'est possible;

c) L'absorbant de l'oxygène est du pyrogallate de potasse, et les espaces nuisibles des ampoules à réactifs sont réduits au minimum;

d) Enfin, il n'y a plus de cuve thermostatique. La burette graduée, qui contient le gaz à analyser, est libre dans l'air. Seule, une glace transparente la sépare de l'opérateur et la met à l'abri du rayonnement calorique venant de celui-ci. On n'a donc plus besoin d'attendre avant chaque lecture que la température du gaz revienne égale à celle de la cuve;

e) La présence de la glace permet l'emploi d'un viseur, qui donne aux lectures de résultats plus de précision.

Cet appareil, d'un emploi très commode, donne des précisions de $1/5.000^{\circ}$ et son usage semble se généraliser de plus en plus.

Plantefol a réalisé un autre eudiomètre encore plus précis : eudiomètre à cuve et à comparateur thermobarométrique, qui donne une précision de $1/20.000^{\circ}$.

V. — Du choix d'un appareil pour la mesure du métabolisme basal en clinique.

Pour l'usage clinique, le choix doit se faire entre les appareils à circuit fermé et ceux à circuit ouvert, l'usage des chambres respiratoires ne pouvant être envisagé. Il est bien évident que le choix doit se porter tout naturellement vers l'appareil qui réunit le plus d'avantages dans sa manipulation et dans

le degré de précision qu'il donne. Mais il nous semble qu'une considération pratique non négligeable doit aussi intervenir dans ce choix : c'est celle du but que l'on se propose et des conditions dans lesquelles on se trouve. Pour des recherches scientifiques ou dans un centre hospitalier important, on a avantage à choisir les appareils les plus précis, même s'ils sont intransportables : c'est le malade qui, étant soigné non loin du laboratoire, viendra lui-même à celui-ci pour subir l'épreuve du M. B. Mais si l'on est dans un petit centre ou s'il s'agit de clientèle, c'est-à-dire si les malades sont disséminés, on a souvent intérêt à choisir des appareils portatifs, qui permettent de recueillir les éléments nécessaires pour la mesure du M. B. au lit du malade lui-même; dans ce dernier cas, on sépare nettement l'épreuve en deux temps : 1° recueil des gaz de la respiration auprès du malade; 2° leur analyse au laboratoire.

C'est en tenant compte de ces considérations que nous jugeons utile, en guise de récapitulation, de présenter le schéma suivant :

A. — CHOIX D'UN MASQUE OU D'UN EMBOUT BUCCAL.

Nous avons déjà signalé les avantages de chacun et les critiques qu'ils soulèvent. Nous avons vu que les deux ont leurs partisans. Répétons simplement qu'en France la majorité des expérimentateurs semble avoir adopté le masque Tissot.

B. — CHOIX DES APPAREILS POUR L'ÉVALUATION DE LA QUANTITÉ D'OXYGÈNE UTILISÉ.

1° Tous les appareils seront groupés dans le laboratoire où le malade viendra :

a) On désire employer la méthode à circuit fermé.

L'appareil de choix sera : masque ou embout + appareil de Benedict.

Inconvénients : Il faut avoir de l'oxygène.

Avantages : Grande simplicité, grande rapidité, aucune analyse, aucun calcul.

Eventuellement, dans un centre hospitalier, on pourra l'amener au lit du malade, à condition de le placer sur un chariot.

b) On préfère la méthode à circuit ouvert.

L'appareil de choix semble : masque ou embout + gazomètre de Tissot + eudiomètre.

Inconvénients : ceux de la méthode : Analyses et calculs.

Avantages : Précision et connaissance du Q. R.

2° On veut pouvoir indifféremment aller au lit du malade ou le faire venir au laboratoire.

Seule la méthode à circuit ouvert semble possible, ses appareils se prêtant mieux au transport. D'où les combinaisons :

a) La plus simple :

Masque + sac à gaz (qu'on emporte avec soi);

Gazomètre ou spiromètre + eudiomètre (au laboratoire).

Mais il semble aussi commode d'emporter avec soi le spiromètre. Sa précision sera alors simplement contrôlée de temps en temps.

b) Combinaison possible, mais plus encombrante :

Masque + flacon mélangeur et ses deux ballons + spiromètre (avec soi);

Eudiomètre (au laboratoire).

Se souvenir dans tous les cas de la diffusion possible des gaz à travers le caoutchouc.

Si l'analyse doit être différée, on se trouvera bien d'employer au moment de l'épreuve un appareil à prises de gaz permettant de conserver l'air en ampoules de verre.

L'eudiomètre de choix semble devoir être actuellement celui de Plantefol : soit l'eudiomètre simple, soit l'eudiomètre à comparateur si l'on désire plus de précision.

Accessoirement, on aura besoin, quel que soit l'appareil employé, d'un chronomètre, d'un baromètre, d'un thermomètre sensible et, éventuellement, d'une bascule et d'une toise.

VI. — Technique de la conduite d'une épreuve.

Elle n'est que l'application des notions et de la marche à suivre exposées au chapitre IV. Mais elle dépend aussi de chaque appareil choisi. Nous nous proposerons donc, à titre d'exemple et de récapitulation, d'exposer en détails la technique d'une des épreuves que nous avons faites (V. chap. VIII).

CHAPITRE VI

RESULTATS. LE METABOLISME BASAL CHEZ LE SUJET NORMAL ET SES VARIATIONS PHYSIOLOGIQUES

Par la méthode de mesure des échanges respiratoires, le M. B. est, nous l'avons vu, donné par la formule :

$$MB = \frac{N \times C}{S}.$$

Soit un sujet de 1 m. 60, pesant 60 kilos, âgé de 30 ans. Sa surface corporelle est, d'après la table de du Bois, de 1 m² 62. L'analyse de l'air expiré a donné : Q. R = 0,82 et N = 13 litres. Prenons pour coefficient calorique de l'oxygène sa valeur moyenne C = 4,83.

Le M. B. est de :

$$\frac{13 \times 4,83}{1,62} = 38 \text{ calories } 7.$$

Pour savoir si ce M. B. est normal, il faut le comparer aux valeurs moyennes types qui ont été reconnues comme valables, après de multiples expériences. S'il y a un écart, on a l'habitude d'en faire le pourcentage, et l'on dit : que le M. B. du sujet considéré est de plus ou de moins 3 p. 100, par exemple.

I. — Valeurs du métabolisme basal chez le sujet normal.

Désirant surtout exposer les résultats utilisables en clinique, nous n'entrerons pas dans le détail des nombreuses expériences faites ou discussions tenues sur ces valeurs.

A. — INFLUENCES DE L'ÂGE ET DU SEXE.

De nombreux auteurs les ont étudiées : il semble que l'on ne doit considérer actuellement comme définitifs que les résultats qui concernent les adolescents ou les adultes. D'après les références diverses que nous avons consultées, on constate, en effet, qu'il est difficile de connaître les valeurs exactes du M. B. chez l'enfant. Ceci n'est pas étonnant : la croissance rapide de l'enfant, et, à plus forte raison, du nouveau-né, rend difficile la comparaison des résultats. D'autre part, on conçoit quelles sont les difficultés techniques de l'évaluation du M. B., surtout chez les très jeunes enfants : l'épreuve ne peut souvent être tentée que pendant le sommeil et il est pratiquement impossible de la faire le sujet étant à jeun (surtout pour le nourrisson). Les valeurs du M. B. que l'on obtient dans ces conditions sont donc sujettes à caution. Tous les auteurs, et en particulier Benedict et Talbot, insistent sur le fait que chez l'enfant il n'est pas suffisamment exact de rapporter les calories à la surface du corps : à la rigueur, on peut se servir de la formule linéaire de du Bois, mais il vaut mieux calculer le M. B. par rapport à la taille ou au poids, d'autant plus s'il s'agit d'enfants anormaux.

Chez l'adolescent et l'adulte, au contraire, les conditions d'expérience sont bonnes et les très nombreux résultats obtenus ont permis d'établir la courbe normale des variations du M. B., qui semble alors régulièrement influencé par l'âge.

D'autre part, l'influence du sexe a été nettement démontrée : le M. B. des filles est plus bas que celui des garçons ; la

différence est peu sensible chez le nourrisson, mais elle devient rapidement apparente plus tard. D'après Benedict et Talbot, la dépense de fond globale en calories par vingt-quatre heures est la suivante :

Poids en kilos	3	5	10	15	20	30
Calories { Garçons ..	150	270	545	725	860	1115
Calories { Filles	150	285	540	690	805	1045

Ces différences se maintiennent chez l'adulte : le M. B. de la femme normale est plus bas que celui de l'homme.

Enfin, la période de la puberté semble agir sur le M. B. des adolescents en l'augmentant sans qu'on puisse en préciser encore les conditions (Benedict et Talbot).

Ces considérations étant faites, nous pouvons indiquer quels sont les résultats acquis et utilisables en clinique.

B. — VALEURS NORMALES MOYENNES DU MÉTABOLISME BASAL.

Chez le nouveau-né, le M. B. serait bas et égal à 40 calories (Hasselbach-Murlin);

Jusqu'à l'âge de 2 ans, le M. B. croît et dépasse 50 calories;

De 2 à 4 ans, le M. B. croît plus lentement;

De 5 à 6 ans, le M. B. passe par son maximum et atteint 60 calories.

Il baisse ensuite lentement, et, à 12 ans, il est de 50 calories. Il baisse ensuite jusqu'à 40 calories, à l'âge de 20 ans, puis subit une baisse lente jusqu'à la vieillesse.

Voici, d'après Aub et du Bois, le tableau (établi avec la formule hauteur-poids) qui résume ces variations, tableau qui nous a servi pour nos recherches personnelles (il est aisé de le représenter graphiquement par une courbe en portant l'âge en abscisses, et les valeurs correspondantes du M. B. en ordonnées (V. thèse de Janet, 1922) :

TABLEAU I (AUB ET DU BOIS 1917).

Ages.	Hommes	Femmes.
14 à 16 ans.....	46	43
16 à 18 ans.....	43	40
18 à 20 ans.....	41	38
20 à 30 ans.....	39,5	37
30 à 40 ans.	39,5	36,5
40 à 50 ans.....	38,5	36
50 à 60 ans.....	37,5	35
60 à 70 ans.....	36,5	34
70 à 80 ans.....	35,5	33

C. — CONSTANCE RELATIVE DU MÉTABOLISME BASAL CHEZ L'ADULTE.

VARIATIONS INDIVIDUELLES.

Il est évident que ces valeurs changeraient si l'on voulait rapporter les résultats non plus à la surface du corps, mais à une autre unité de mesure.

Mais si, se servant toujours de la même unité, on pratique l'épreuve du M. B. chez un même sujet adulte à des intervalles plus ou moins éloignés, dans une période où il est peu influencé par l'âge, on constate que son M. B. garde une valeur à peu près constante. En effet, Loewy, ayant calculé la dépense de fond chez un même sujet pendant plusieurs années, a trouvé les résultats suivants :

- En 1888, 236 centicubes d'oxygène utilisés par minute;
- En 1895, 228 centicubes d'oxygène utilisés par minute;
- En 1901, 231 centicubes d'oxygène utilisés par minute;
- En 1902, 238 centicubes d'oxygène utilisés par minute;
- En 1903, 228 centicubes d'oxygène utilisés par minute;

Le M. B. peut donc être considéré comme « une véritable constante physiologique ». Il peut très bien se faire que la valeur de cette constante s'écarte habituellement de la normale dans une certaine mesure, sans que cela soit pathologique. D'autre part, le M. B. d'un sujet peut être accidentelle-

ment modifié, pour revenir ensuite à la normale. Pour ces raisons, pour tenir compte aussi du fait que les valeurs du M. B., dites normales, ne sont que des valeurs moyennes, et enfin que, malgré les soins apportés à l'épreuve, la précision ne peut être absolue, la conclusion qui s'impose est bien celle qu'indique E.-J. Bigwood :

« Les écarts, en partie réels, mais en partie aussi apparents du M. B. normal, doivent forcément être assez étendus. Pour pouvoir être soupçonnées d'être anormales, les valeurs du M. B. doivent s'écarter assez notablement du chiffre étalon. Le fait qu'un sujet est tantôt à + 15 p. 100, tantôt à + 5 p. 100 n'a rien que de très normal. Se maintient-il au contraire à + 15 p. 100, il devient alors suspect. »

En pratique, on admet donc qu'il faut considérer comme normal un M. B. qui ne s'écarte pas de plus de 10 p. 100 en plus ou en moins du chiffre normal pour l'âge du sujet.

II. — Variations physiologiques du métabolisme basal.

Quelques-unes de ces variations sont utiles à connaître pour apprécier les résultats obtenus en clinique. Ces variations peuvent être dues à des causes venant du sujet lui-même ou à des causes extrinsèques.

INFLUENCE DU SYSTÈME NERVEUX. — Même sous l'apparence du repos extérieur le plus complet, le système nerveux continue à agir sur les tissus. Pour étudier cette action, Ozorio de Almeida, expérimentant sur la grenouille, a fait la mesure du M. B. avant et après destruction du système nerveux central. Il a trouvé qu'en moyenne le M. B. est cinq fois plus intense chez l'animal normal. Donc le M. B. dépendrait étroitement du système nerveux. Ce dernier agirait simplement sur le tonus musculaire, ou bien il aurait une véritable action trophique directe sur tous les tissus.

D'autre part, nous avons déjà signalé que les expériences ont montré que le travail intellectuel ne semble pas influencer le M. B. Le sommeil, au contraire, semble le diminuer.

INFLUENCE DE LA VIE GÉNITALE. — Chez l'homme normal, en dehors de la puberté, on ne peut considérer cette influence, puisqu'elle ne varie pas et se fait toujours également sentir. Chez la femme, au contraire, la menstruation, la grossesse et la ménopause sont à envisager.

D'après du Bois et d'autres auteurs, la menstruation et la ménopause ne semblent pas modifier le M. B. d'une façon sensible (nous verrons au chapitre suivant les réserves qu'il convient de faire à cette notion).

Pendant la grossesse, le M. B. subit une augmentation, de 10 à 56 p. 100 pour Baer, et de 4 à 31 p. 100 d'après Bourne. Il croît régulièrement jusqu'au terme, et revient à la normale quelques jours après la délivrance.

INFLUENCE DE L'ALIMENTATION. — Le M. B. d'un sujet étant connu, il est intéressant d'étudier les variations passagères qu'il subit quand le sujet est encore sous l'influence d'une alimentation récente. Ainsi, d'après Gephart et E.-F. du Bois, l'ingestion de 100 grammes de glucose détermine dans les heures suivantes une augmentation du M. B. de 9 p. 100; 200 grammes l'augmentent de 20 p. 100. De même, un repas de caséine équivalant à 10 grammes d'azote l'augmente de 12 p. 100, et un repas de viande égal à 24 grammes d'azote l'augmente de 22 p. 100.

Mais en clinique il est encore plus utile de connaître les modifications permanentes qu'apportent à son M. B. les habitudes alimentaires antérieures du sujet : une alimentation abondante longtemps maintenue finit par élever le M. B. ; des restrictions alimentaires prolongées pendant des mois peuvent l'abaisser.

Marcel Labbé et Stévenin ont suivi un jeûneur volontaire pendant quarante-trois jours. Avant le début du jeûne, le M. B. était un peu au-dessus de la normale : 43,3. Le cinquième

jour, il a atteint 46,2, puis il a diminué régulièrement jusqu'à 49,3 le trente-septième jour. Après réalimentation, le M. B. augmenta de nouveau et était de 40,5 le vingt et unième jour.

Ils en conclurent que l'organisme s'adapte à diminuer ses dépenses lorsque l'apport devient insuffisant. Ce fait leur fut confirmé par l'observation d'une anorexique mentale dont le M. B. qui était diminué depuis quatorze ans, redevint normal vingt-neuf jours après la reprise de l'alimentation.

Benedict, Emmes, Roth et Smith signalent que la nature des aliments ne semble pas exercer d'influence, car les végétariens et les non-végétariens ont un M. B. sensiblement le même.

INFLUENCE DU CLIMAT ET DES AGENTS PHYSIQUES. — D'après Campbell, Léonard Hill, la vie au grand air, le froid, semblent augmenter légèrement le M. B. D'après Magnus Lévy, les saisons, la lumière, la composition de l'air et l'altitude n'ont pas d'action appréciable sur le M. B. Cependant ces agents physiques causent des variations dans l'activité des échanges gazeux : ils semblent donc devoir influencer sur le M. B.

Ozorio de Almeida, au Brésil, avait signalé que, chez les habitants des pays chauds, le M. B. était inférieur de 24 p. 100 à celui des habitants des pays tempérés. Mais Eijkman, à Batavia, a trouvé : chez 11 Blancs un M. B. de 40, en moyenne; chez 11 Noirs, un M. B. de 39,9. On ne peut, par conséquent, en conclure que le climat et la race modifient le M. B. L'étude du M. B. ne semble donc pas pouvoir aider à résoudre le problème de l'acclimatement.

INFLUENCE DES MÉDICAMENTS. — Nous aurons l'occasion, au chapitre suivant, de signaler les effets sur le M. B. des substances telles que l'adrénaline, la thyroxine, l'insuline, etc. Il est intéressant de voir ici l'action que peuvent avoir quelques substances médicamenteuses.

Iodure de potassium. — Active la désassimilation. Magnus Lévy, chez l'homme, Henrijean et Corin, chez le lapin, n'ont pas trouvé d'augmentation des échanges respiratoires. Bru en a provoqué avec des doses suffisantes.

Caféine. — D'après Means, Aub et du Bois, elle peut élever le M. B. de 7 à 25 p. 100.

Pilocarpine. — Diminue le M. B., d'après Guillaume. Mais Papilian et Bendescu ont trouvé chez 7 sujets qu'elle augmente le M. B. Giaja et Chabrovitch, expérimentant sur des rats, ont confirmé ces derniers résultats. Par conséquent, l'excitation du sympathique et du parasympathique est suivie de l'augmentation du M. B.

Atropine. — Ramène à la normale le M. B. augmenté par la pilocarpine : elle amène une diminution du M. B.

Iode. — Amène une diminution du M. B. Comme nous le verrons, ceci est mis à profit dans son action sur les Basedowiens.

CHAPITRE VII

VARIATIONS PATHOLOGIQUES DU METABOLISME BASAL

Ce chapitre devrait être le plus important. Les multiples observations de M. B. recherché dans les affections les plus diverses sont d'un grand intérêt. Mais, en raison de leur nombre, il nous est impossible ici d'entrer dans leur détail. Bien que nous voulions essayer de faire entrevoir l'ampleur des résultats obtenus, nous nous efforcerons donc surtout de les classer schématiquement tout en indiquant les explications qu'ils ont suscitées, afin de montrer ce que l'on peut attendre de la recherche du M. B. en clinique.

Généralités.

La mesure du M. B. étant la mesure des échanges, il semble que ce soit dans les maladies de la nutrition qu'il doit être le plus troublé. L'expérience a montré que ce n'est pas le cas; que, dans bon nombre d'obésités par exemple, la recherche du M. B. prouve qu'il n'y a pas « ralentissement de la nutrition ». Le M. B. a été trouvé troublé dans bien d'autres affections, mais c'est dans les affections des glandes endocrines que ses variations se sont montrées les plus sensibles et c'est la thyroïde qui exerce incontestablement la plus grande

influence sur ces variations. On peut envisager l'intérêt pratique considérable qui en découle. Dans toute affection endocrinienne cliniquement appréciable, la recherche du M. B. affermira le diagnostic. Ou bien, devant un diagnostic hésitant de trouble endocrinien, la recherche du M. B., jointe à d'autres signes cliniques, pourra faire penser davantage à l'existence de ce trouble, ou montrer au contraire qu'il n'existe vraisemblablement pas. Le M. B. pourra aider à porter un pronostic : son trouble persiste-t-il, ou augmente-t-il, il permet de confirmer la marche progressive de l'affection en cause. Pour le traitement, il en est de même : le M. B. revient-il à la normale sous son influence ? On peut apprécier son action. Ceci est surtout utile pour le traitement par les extraits glandulaires : l'application du M. B. à son contrôle a permis de « savoir ce que l'on faisait en l'employant ». En particulier pour le traitement chirurgical ou physiothérapique des affections glandulaires, la recherche du M. B. est devenue un instrument indispensable : les multiples travaux américains, et les travaux français aussi, ont bien établi qu'actuellement une intervention chirurgicale ou l'application de la radiothérapie sur le corps thyroïde, par exemple, ne devrait plus être tentée sans être préparée et contrôlée par l'étude du M. B. du malade.

Nous verrons les restrictions qu'il convient de faire à ces notions, forcément schématiques, et qu'en clinique les choses ne se présentent pas toujours si simplement.

Tirant parti des résultats obtenus, Boothby avait proposé une classification des maladies en trois groupes : maladies avec M. B. normal, maladies avec M. B. élevé, maladies avec M. B. inférieur. Mais, comme le disent Marañon et Carrasco : « Il semble exagéré de faire de la conception du M. B. une conception de pathologie générale. » Avec cette restriction, nous croyons intéressant de signaler le tableau d'ensemble donné par J.-E. Bigwood et qui « résume les recherches de ces trente dernières années sur les variations pathologiques du M. B. » (*Annales de médecine*, 1926) (Pourcentage de l'écart).

ÉTAT MORBIDE	VALEUR DU MÉTABOLISME BASAL	
	Chiffres extrêmes	Chiffres moyens
Hypothyroïdisme : myxœdème, crétinisme.	— 25 à — 50	40
Diabète maigre sans acidose.....	— 10 à — 35	20
Hyponutrition.....	— 10 à — 30	15
Sujets normaux, ainsi que la plupart des malades souffrant d'autres affections que celles indiquées sur ce tableau.....	— 10 à + 15	0 à + 5
Obésité.....	— 10 à + 15	0 à + 5
Diabète avec acidose.....	0 à + 20	+ 10
Anémie pernicieuse.....	0 à + 20	+ 10
Acromégalie.....	0 à + 30	+ 15
Maladies cachectisantes : cancer, affections cardio-rénales graves.....	+ 20 à + 40	+ 30
Maladies fébriles, surtout la fièvre typhoïde.	+ 20 à + 50	+ 35
Hyperthyroïdisme simple.....	+ 20 à + 50	+ 35
Dysthyroïdie basedowienne.....	+ 20 à + 100	+ 30 à + 60

Bigwood ajoute qu'en aucun cas la valeur du M. B. ne peut être considérée comme un signe pathognomonique d'une affection déterminée. Dans beaucoup d'affections, en effet, les troubles du M. B. n'ont pas encore eu d'explication pathogénique : leur valeur clinique reste donc à préciser. « Les seules conclusions certaines sont que le M. B. augmente où diminue en relation avec l'activité de la thyroïde, c'est-à-dire qu'il y a hypermétabolisme dans l'hyperthyroïdisme et hypométabolisme dans l'hypothyroïdisme. » (Marañon et Carrasco). Ceci n'est pas absolu, et nous verrons que dans d'autres affections la recherche du M. B. peut rendre actuellement bien des services; et il faut bien se souvenir qu'il peut y avoir hypermétabolisme sans qu'il y ait hyperthyroïdisme, en particulier dans certaines affections fébriles. D'autre part, si l'on a affaire à un syndrome complexe, il faudra, avant de conclure, interpréter les résultats donnés par la recherche du M. B. et surtout les rapprocher des signes cliniques observés. Même si l'on ne peut déterminer exactement la cause du trouble métabolique observé, le fait même que ce trouble existe a une valeur précieuse dont il faudra se souvenir :

« Bien que le M. B. soit l'expression d'une somme d'interactions endocriniennes, il n'en a pas moins une valeur décisive. Le chiffre métabolique exprime le résultat final des influences endocriniennes sur la dépense énergétique. Mais ceci n'empêche nullement que l'on attache une importance réelle à cette dépense globale. Le chiffre du bilan uréique est-il moins intéressant parce qu'il comprend à côté de l'urée d'autres corps azotés ? Pourquoi le chiffre métabolique serait-il moins important parce qu'il traduit, à côté du coefficient thyroïdien, le coefficient hypophysaire ou génital ? Il ne faut pas lui demander de départager ce qui revient à une glande plutôt qu'à une autre, mais il a une valeur diagnostique globale. » (Lévy-Frankel, Juster et Van Bogaert).

I. — Affections des glandes endocrines.

A. — THYROÏDE.

C'est la sécrétion interne thyroïdienne, ou tyroxine, qui imprime au M. B. son rythme normal (Kendall et Plummer, 1919). D'après W. Cramer et R. McCall, elle produit un accroissement de l'oxydation des hydrates de carbone, non par effet stimulant direct sur la cellule, mais par libération du glycogène du foie.

Comme on le sait, il y a trois catégories de troubles fonctionnels de cette sécrétion :

- 1° INSUFFISANCE DE SÉCRÉTION. — Goitres colloïdes, kystiques, myxœdème, crétinisme : M. B. normal ou diminué;
- 2° HYPERSÉCRÉTION DE TYROXINE NORMALE. — Goitres adénomateux, hyperthyroïdisme simple, avec ou sans goitre, type fruste;
- 3° DYSTHYROÏDIES. — C'est-à-dire sécrétion abondante, non de tyroxine, mais d'un dérivé hypoiodé : Maladie de Basedow. M. B. très accru.

On peut grouper ces trois catégories en hyper et hypothyroïdies. Nous étudierons, en effet, le M. B. des adénomes simples du thyroïde avec les hyperthyroïdies, car, en clinique, le M. B. sert à différencier les premiers des secondes.

Le métabolisme Basal dans les hyperthyroïdies.

Magnus Lévy, en 1893, a constaté, le premier, l'accroissement des échanges respiratoires dans l'hyperthyroïdie et a démontré que c'est bien l'influence de la sécrétion interne thyroïdienne sur la nutrition qui est en jeu. De très nombreuses observations cliniques et expérimentales ont confirmé ces faits, et il est bien établi, actuellement, que l'intensité de l'hypermétabolisme est en relation directe avec celle de l'hyperthyroïdisme. Expérimentalement, chez le lapin, M. Labbé et Stevenin ont trouvé que la thyroïdectomie diminue fortement les échanges, tandis que l'ingestion de thyroïde les augmente. Maier, Horsley, Baldoni, Smith, Michaelsen, Kartachewski et bien d'autres ont trouvé des résultats analogues.

Cliniquement, les cas ont été observés par milliers, ce qui a permis d'établir solidement les indications que donne le M. B. pour le diagnostic, le pronostic et le traitement des hyperthyroïdies.

1° VALEUR DIAGNOSTIQUE. — a) *Goitre simple, adénome du corps thyroïde.* — Tous les auteurs ont trouvé le M. B. légèrement augmenté ou normal. Entre autres : Du Bois, Boothby, Rowe, Dautrebande, Mayo, Talbot, Plummer, etc. Comme exemples, citons M. Labbé et Stévenin : dans 7 cas de goitre simple, le M. B. était le plus souvent normal, mais quelquefois augmenté dans les goitres récents avec signes d'hyperthyroïdie sans syndrome sympathique.

Marañon et Carrasco : dans 3 cas de goitre simple, endémique, sans signes thyroïdiens fonctionnels, le M. B. était normal.

Marie Krogh : dans 15 cas de goitre, le M. B. était augmenté, chez 8, de 10 à 15 p. 100, normal chez les autres, etc.

b) *Dans les hyperthyroïdies avec goitre ou sans goitre, le M. B. est toujours augmenté d'une manière appréciable, mais non excessive (15 à 30 p. 100).* On voit l'intérêt qu'il y a, par exemple, à connaître l'existence de cet hypermétabolisme chez un sujet porteur d'un goitre que l'on aurait clinique-

ment étiqueté goitre simple : les faits cliniques autorisaient le traitement thyroïdien, la connaissance du M. B. le contre-indique formellement.

c) *C'est dans la maladie de Basedow* que les résultats sont les plus typiques. Les observations abondent. La maladie de Basedow typique est constituée par l'association de deux syndromes, l'un thyroïdien, l'autre sympathique. Pour Marcel Labbé, il faut en différencier deux autres syndromes bien distincts. Dans l'un, syndrome sympathique pur (tachycardie, exophtalmie, bouffées de chaleur, irritabilité), le M. B. est toujours normal. Dans l'autre, goitre avec hyperthyroïdie, il est augmenté modérément (adénome toxique des Américains). Tous les auteurs étrangers ou français s'occupant de M. B., ont publié des centaines d'observations de recherche du M. B. chez les Basedowiens.

En voici quelques exemples :

Eugène du Bois : 49 cas de goitre exophtalmique avec tous les signes de l'hyperthyroïdie; chez 11, le M. B. était de plus de 70 p. 100 au-dessus de la normale; chez 8, il était augmenté de 50 p. 100. Dans 46 cas de Basedow plus léger, le M. B. oscillait entre + 40 et + 50 p. 100 au-dessus de la normale.

Elliot cite un cas de + 170 p. 100 : mais de telles valeurs, comme toutes les autres d'ailleurs, ne doivent être admises qu'après confirmation qu'il n'existe pas de cause d'erreur venant de l'appareil, des conditions d'expériences ou du sujet lui-même.

Marcel Labbé et Stévenin ont étudié de nombreux cas à plusieurs reprises. Dans 8 cas de Basedow typique, le M. B. était augmenté en moyenne de 75 p. 100 et dans 11 cas frustes, il l'était de 34 p. 100.

Boothby, Means, Sandiford ont trouvé les mêmes résultats : dans 182 cas de goitres exophtalmiques examinés avant tout traitement, le M. B. avait une augmentation moyenne de 51 p. 100 au-dessus de la normale.

Marañon et Carrasco citent de même 44 cas : Le M. B. était augmenté en moyenne de plus de 20 p. 100, sauf dans 3 cas :

l'un, opéré quelques mois avant, avait un M. B. de + 19 p. 100, les 2 autres avaient été améliorés par le traitement médical : + 12 et + 3 p. 100.

G. Florence, Creyssel et Enselme ont publié tout récemment des résultats identiques et insistent sur l'impossibilité qu'il y a de différencier les cas de maladie de Basedow des cas d' « adénome toxique » des Américains.

Ainsi donc, dans les cas de Basedow typiques, le M. B. présente une très forte augmentation, et cette constatation vient renforcer ou confirmer le diagnostic que les signes cliniques ont pu faire poser. Mais, ainsi que l'ont affirmé tous les auteurs, c'est dans les cas frontières que la détermination du M. B. atteint sa plus grande utilité diagnostique : chez un sujet ayant des signes cliniques frustes de Basedow, un M. B. très fortement augmenté doit emporter le diagnostic et faire écarter l'idée d'hyperthyroïdie simple.

Cependant, il ne faut pas toujours faire table rase des données de la clinique, sous prétexte que le M. B. donne des résultats opposés à eux. Ainsi, dans les cas frustes de Basedow et dans tous ceux que nous allons signaler, la recherche du M. B. peut donner des chiffres qui, comme les signes cliniques, ne suffisent pas pour emporter la conviction du clinicien. De plus, il faut toujours penser que d'autres facteurs, endogènes ou exogènes, peuvent contrarier l'action de l'hyperthyroïdie sur le M. B. : par exemple, l'insuffisance ovarienne accompagne souvent l'hyperthyroïdie; la recherche du M. B., dans ce cas, peut donner un chiffre qui paraît normal, mais qui n'est que la résultante des deux actions. Même devant des chiffres, il faut, par conséquent, interpréter. Si ces chiffres emportent le diagnostic, ce ne doit être que si l'observation clinique confirme que rien ne s'oppose à ce que la valeur diagnostique de ces chiffres soit prépondérante.

d) A côté de ces trois formes classiques de goitre et d'hyperthyroïdie ou de Basedow, il est, en clinique, de nombreux cas, dits d'*hyperthyroïdie fruste*, dans lesquels la recherche du M. B. est d'une utilité manifeste. Dans les uns, on pense

à une hyperthyroïdie, dans d'autres, au contraire, on ne croit pas à son existence : l'étude du M. B. vient donner une orientation nouvelle. Ces cas sont évidemment tous ceux qui ont des signes rappelant l'hyperthyroïdisme : tachycardie, tremblements, émotivité, amaigrissement, exophtalmie, etc. Ici encore, à titre d'exemple, citons quelques cas de Marañon et Carrasco :

19 cas de « *névrose végétative pseudo-hyperthyroïdienne* » : individus névropathes, qui ont principalement des manifestations d'ordre végétatif telles que : tachycardie, palpitations, anxiété, réactions vaso-motrices violentes, amaigrissement et, parfois, légère augmentation de la glande thyroïde. On est tenté d'invoquer l'hyperthyroïdie. La recherche du M. B. permet de corriger le diagnostic dans de nombreux cas.

Tachycardie paroxysmique. — La recherche du M. B. permet de déceler ou d'écarter une cause thyroïdienne.

Maigreur essentielle. — Perte de poids chez un sujet cliniquement sain ou ayant du nervosisme, de la tachycardie. Dans les 4 cas étudiés par Marañon, on pensait à hyperthyroïdie fruste; or le M. B. était normal ou diminué. De même, l'exophtalmie peut être décelée non thyroïdienne, par l'étude du M. B., etc.

e) Enfin, l'étude du M. B. a permis de vérifier la valeur des tests d'hyperthyroïdie que l'on emploie en clinique. L. Nepveux a trouvé une corrélation habituelle de l'augmentation du M. B. avec l'épreuve de l'hyperglycémie provoquée chez les Basedowiens. Au contraire, d'après G. Etienne, G. Richard, Krall et Claude (1926) la réaction de Kottmann donne dans les dysthyroïdies des résultats très incertains et infidèles, comparativement à ceux que donne le M. B.

2° VALEUR POUR LE PRONOSTIC DES HYPERTHYROÏDIES. — Mac Caskey a donné les indications suivantes :

M. B. augmenté de 30 p. 100 : cas léger; de 50 p. 100 : cas sévère; de 75 p. 100 : cas très grave.

Mais Marañon et Carrasco signalent « qu'il serait trop absolu de prétendre, comme la majorité des auteurs américains, que

le pronostic de l'hyperthyroïdie dépend directement des données métabolométriques ». Ce pronostic dépend de bien d'autres facteurs : intégrité des autres organes, constance du trouble métabolique, son irréductibilité par le traitement, etc. En tout cas, dans les hyperthyroïdies, c'est la mesure répétée du M. B. qui fournit l'élément principal du pronostic.

3° VALEUR POUR LE TRAITEMENT. — Pour toutes les hyperthyroïdies, et en particulier pour la maladie de Basedow, se contrôler du traitement est indispensable : que l'on fasse traitement iodé, sérum antithyroïdien, radiothérapie ou opération chirurgicale, la recherche du M. B. d'une façon systématique et répétée sera le meilleur et le plus fidèle reflet de l'effet de ce traitement. L'étude du M. B. pourra même permettre de spécifier le genre de traitement qu'il convient d'appliquer : ainsi, Means met ses Basedowiens au repos complet, au lit. Si le M. B. décroît, le traitement chirurgical est contre-indiqué.

Après le traitement, l'étude du M. B. permet d'apprécier les résultats : Janet signale le cas d'une basedowienne typique avec M. B. augmenté de 55 p. 100. On lui fait la *thyroïdectomie partielle* : après quelques mois tous les symptômes ont disparu et le M. B. est normal.

Sandiford : après *une première ligature des artères thyroïdiennes*, chez 16 malades, il se produisit une augmentation transitoire du M. B., puis un abaissement de + 54 p. 100 à + 44 p. 100. Après la deuxième ligature, chez 22 malades, le M. B. n'était plus que de + 39 p. 100. Après la thyroïdectomie, l'excès du M. B. était tombé à 16 p. 100. Dans les cas légers où l'on fit la thyroïdectomie partielle d'emblée, le M. B. ne dépassait la normale que de 5 p. 100 quinze jours après l'opération.

Mêmes indications résumées par Florence, Creyssel et Enselman : Le M. B. décroît constamment après la thyroïdectomie, et d'autant plus rapidement que l'intervention a été plus large. Dans les interventions économiques, il y a persis-

tance de l'élévation du M. B., avec parfois de véritables récidives, et le M. B. tombe à la normale si l'on fait une opération itérative. « La qualité de la guérison semble donc en rapport avec la quantité de parenchyme enlevé. »

Pour la *médication iodée*, mêmes indications : 1 cas par exemple où, en cinq jours de traitement lugolé, le M. B. est tombé de + 36 p. 100 à + 11 p. 100.

Quand on fait une *application radiothérapique* sur le thyroïde : le M. B. croît passagèrement, puis décroît graduellement. Son étude permet donc de préciser le moment où le traitement doit être cessé.

L'*hémato-éthyroïdine* permet de rendre normal ou de diminuer un M. B. augmenté : Lévy Frankel, Juster et Van Bogaert l'ont observé chez 5 de leurs malades.

On peut conclure de ces données que l'étude du M. B. d'un hyperthyroïdien, après un traitement quelconque, permet en outre de révéler un myxœdème thérapeutique et de le corriger par la cessation de ce traitement ou la prescription d'extrait thyroïdien, par exemple.

Le métabolisme basal dans les hypothyroïdies.

Les variations du M. B. dans les insuffisances thyroïdiennes sont exactement l'inverse de celles qui sont constatées dans les hyperthyroïdies. Aussi serons-nous plus bref, car les quelques considérations que nous avons faites pour ces dernières peuvent facilement s'adapter aux hypothyroïdies.

C'est Magnus Lévy qui, le premier, a signalé la diminution des échanges gazeux dans le myxœdème et y a trouvé des réductions de 50 à 60 p. 100.

Stüve, Thiele et Nehring, Plummer, E. du Bois, Boothby, Snell, Francis Ford, Rownthree, Nobécourt et Janet, Marcel Labbé, ont étudié particulièrement cette question et ont confirmé les résultats.

1° VALEUR DIAGNOSTIQUE DU MÉTABOLISME BASAL. — Cliniquement, l'hypothyroïdie se traduit par le myxœdème spontané

ou postopératoire, les syndromes divers d'insuffisance thyroïdienne, l'infantilisme myxœdémateux.

Dans le myxœdème typique, tous les résultats du M. B. ont été trouvés analogues à ceux qu'a observés Janet :

3 cas chez des enfants : M. B. abaissé de 13, 26, 48 p. 100;

1 cas, sujet de 20 ans : M. B. abaissé de 12 p. 100;

2 cas chez adultes : M. B. normal.

Dans le myxœdème atypique, le M. B. est également fortement abaissé. Son étude peut donc aider au diagnostic.

Dans les retards simples de croissance (Janet) : si le M. B. est normal, on peut quand même essayer le traitement, qui sera surveillé par son influence sur le M. B.; si le M. B. est diminué, le traitement est encore plus indiqué.

Chez l'enfant, un seul symptôme morbide est parfois le retard de croissance : les enfants sont hypotrophiques et, en approchant de l'âge adulte, ils gardent un infantilisme du type Lorain (v. Nobécourt et Janet), que l'on a pensé rapporter à une hypothyroïdie. Or, dans tous les cas examinés par Nobécourt et Janet, le M. B. était normal ou peu diminué, ce qui contre-indique le traitement thyroïdien et fait écarter l'idée de l'origine dysthyroïdienne de ce syndrome.

Dans les cas de mongolisme, d'arriération mentale, le frilosité, de troubles du système pileux où les signes d'hypothyroïdie sont frustes, l'étude du M. B. pourra parfois donner une indication sur l'étiologie et pour le traitement.

2° LE MÉTABOLISME BASAL DANS LE TRAITEMENT DES HYPOTHYROÏDIES. — Magnus Lévy a signalé que l'augmentation des échanges commence dans la première semaine de l'administration de l'extrait thyroïdien et continue progressivement jusqu'à la quatrième ou cinquième semaine. Boothby a montré que l'effet du traitement thyroïdien chez un malade est appréciable de huit à dix heures après son application et atteint son maximum dans la deuxième semaine. L'augmentation des échanges respiratoires atteint alors 15 à 20 p. 100 (Thiele, Nehring, Stüve). Mais chez le sujet normal, l'administration de thyroïde n'amène pas d'élévation des échanges.

Divers auteurs ont établi des courbes des variations du M. B. en fonction du traitement thyroïdien chez des myxœdémateux (V. Nobécourt et Janet), qui montrent que, pendant le traitement, le M. B. est stationnaire, mais croît ensuite et d'autant plus que le traitement a été plus prolongé.

Il y a nécessité, en tout cas, de surveiller le traitement thyroïdien par de fréquentes déterminations du M. B., les deux cas suivants en sont un exemple : Marañon et Carrasco citent le cas d'une jeune fille dans lequel la clinique faisait penser à une hyperthyroïdie fruste. Le traitement antithyroïdien ne donna aucun résultat. Or le M. B. fut trouvé abaissé : on fit alors le traitement iodé; les symptômes disparurent en même temps que le M. B. s'élevait.

Janet, de même, a observé une fillette chez qui le diagnostic de Basedow fruste avait été porté. Le M. B. fut trouvé abaissé et le traitement thyroïdien amena l'amélioration très nette des symptômes.

B. — PARATHYROÏDES. THYMUS.

Marcel Labbé et Stévenin, chez des lapins parathyroïdectomisés, ont observé une légère augmentation des échanges respiratoires, qui atteint son maximum trente ou quarante jours après l'opération et diminue ensuite. Ils concluent que si les parathyroïdes ont une action sur le M. B., ce serait plutôt une action déprimante, mais beaucoup moins marquée que celle des thyroïdes.

D'après Stüve, l'extrait de thymus n'a pas d'action sur le M. B.

C. — GLANDES GÉNITALES.

Expérimentalement, Heymans a trouvé que chez le coq la castration diminue les échanges de 20 à 30 p. 100. Kojima a observé chez le rat châtré une diminution du M. B. de 28 p. 100. Luthje, au contraire, n'a trouvé aucune modification.

En clinique, il faut considérer : l'effet de la suppression phy-

siologique ou opératoire des glandes génitales, ensuite l'action des insuffisances génitales diverses sur le M. B.

Chez l'homme, Kaminer cite le cas d'un jeune soldat auquel une balle avait enlevé les deux testicules; il y avait chez lui une diminution notable de la consommation d'oxygène. Celle-ci fut relevée nettement par l'opothérapie testiculaire.

Chez la femme, Benedict signale qu'avant la ménopause il y a une grande élévation du M. B., et qu'après, celui-ci subit une chute considérable. Marañon et Carrasco, après l'étude de 21 cas, le confirment et estiment qu'à l'époque de la ménopause le M. B. dépend principalement de l'état de la thyroïde qui est alors presque toujours en hyperfonctionnement, surtout au début de l'âge critique : chez 33 p. 100 de leurs sujets, le M. B. oscillait entre + 20 p. 100 et + 90 p. 100; chez 28 p. 100 il était augmenté de + 44 et + 20 p. 100. En ce qui concerne la ménopause postopératoire, Loevy et Richter, Patchner, Rovinsky, Schneider, Kojima, etc., ont constaté expérimentalement une diminution des échanges respiratoires après la castration. Zuntz a observé que chez les femmes, après castration, le métabolisme diminue à partir de la septième semaine et peut se relever par l'administration d'extrait ovarien. Aub et Taylor admettent cela et ont trouvé que la baisse du métabolisme devient plus marquée à mesure que l'on s'éloigne du temps de l'opération.

En dehors de ces cas de ménopause ou de castration franche, il est utile d'étudier quelles sont les variations du M. B. dans les diverses insuffisances des glandes génitales. Nous venons de voir que, dans l'insuffisance génitale tardive (ménopause), il y a un M. B. augmenté souvent à cause d'hyperthyroïdie associée. Dans l'insuffisance ovarienne juvénile (aménorrhée, dysménorrhée, troubles vaso-moteurs, etc.); il y a, au contraire, une diminution légère du M. B. Marañon pense que cela est dû à ce qu'alors l'insuffisance ovarienne est étroitement liée à une insuffisance thyroïdienne. Les glandes génitales augmentent donc le M. B. par leur sécrétion; il reste à élucider si c'est directement ou indirectement par leur action sur la thy-

roïde. Quoi qu'il en soit, « la variation du M. B. est ici le résultat de deux influences : thyroïdienne et ovarienne, qui coïncident parfois, et d'autres fois s'opposent l'une à l'autre, bien que l'influence du thyroïde prédomine toujours dans le résultat final » (Marañon).

Chez un malade ayant cliniquement une *insuffisance testiculaire pure*, Xarvier et L. Van Bogaert ont observé un M. B. diminué de 23 p. 100. Mais, dans 3 cas d'*insuffisance testiculaire, avec féminisme*, le M. B. était normal. « Ce fait s'expliquerait par l'action d'un mécanisme glandulaire ou neuro-glandulaire impossible à définir cliniquement. »

Enfin, dans les cas de *syndrome adiposo-génital*, semblant dus uniquement à une insuffisance génitale, sans lésions hypophysaires, certains auteurs ont trouvé des diminutions du M. B. :

M. Labbé, sur 6 cas : M. B. diminué de 13 à 30 p. 100;

M. Labbé, sur 2 cas : M. B. diminué de 8 à 2 p. 100;

Marañon, 2 cas : M. B. normal quoique de type bas
(— 2 p. 100);

Von Noorden : Pas d'abaissement du M. B. chez un homme de 25 ans atteint d'insuffisance génito-hypophysaire avec adipose.

D'après tous ces faits et conclusions, il semble donc que l'étude du M. B. ne peut suffire à caractériser à elle seule une insuffisance génitale.

D. — HYPOPHYSE.

Benedict et Homans ont constaté que, chez le chien hypophysectomié, le M. B. décroît considérablement dans la plupart des cas.

Magnus Lévy et Salomon n'ont observé aucune élévation des échanges après l'ingestion d'hypophyse. Mac Kinlay a vu le M. B. croître chez les sujets normaux après l'injection sous-cutanée d'extrait hypophysaire; il décroît, au contraire, chez

les hypothyroïdiens. Il semble donc que l'hypophyse n'active le M. B. que si la thyroïde fonctionne normalement. Mac Kinnlay a montré aussi que le traitement hypophysaire augmente le M. B. chez les hypophysiens déficients.

En clinique, on a à étudier des cas dans lesquels les troubles hypophysaires sont indubitables, tels que l'acromégalie, d'autres, au contraire, dans lesquels ces lésions sont douteuses.

Dans l'*acromégalie* (hyperfonctionnement du lobe antérieur de l'hypophyse), Magnus Lévy et Salomon ont trouvé une augmentation des échanges respiratoires pouvant atteindre 30 p. 100. Boothby a constaté également que le M. B. est constamment élevé, quoique ne dépassant pas 20 p. 100, ce qui semble montrer que l'action de l'hypophyse est semblable à celle de la thyroïde. De même, Marañon cite 4 cas d'acromégalie qui confirment ces résultats (l'un avait un M. B. de + 50 p. 100). Il cite un cas d'acromégalie associée au myxœdème dont le M. B. confirmait que c'est le trouble thyroïdien qui l'emporte toujours.

M. Labbé signale 2 cas : M. B. augmenté de 33 p. 100 chez une acromégalique de 33 ans, et de + 22 p. 100 chez une autre.

Noothby, Means, Borck, ont obtenu des résultats analogues.

Dans le *diabète insipide*, Marcel Labbé a trouvé un M. B. de + 7 p. 100. Marañon et Carrasco citent un cas, avec polyurie intense, qui obéissait à l'injection de pituitrine sans autre symptomatologie, chez lequel le M. B. était de + 12 p. 100. Ces observations semblent donc confirmer le fait que le diabète insipide n'est pas dû à un facteur hypopituitaire : s'il en était ainsi, le M. B. devrait être de type bas.

Il reste à considérer les *syndromes hypophysaires complexes* :

Pour le syndrome adiposo-génital de Fröhlich, nous avons déjà signalé que l'insuffisance génitale peut parfois seule être incriminée. Dans des cas où il y a des lésions hypophysaires associées, M. Labbé a trouvé un M. B. diminué de 12 et 18 p. 100. Mais on ne peut conclure que cet abaissement est dû

à l'insuffisance hypophysaire plutôt qu'à l'insuffisance génitale, qui lui est associée. En règle générale, dans le syndrome de Fröhlich, le M. B. est diminué modérément (Boothby, Means) ou normal, quoique de type bas (Marañon).

Dans les cas d'*obésité avec signes d'hypopituitarisme*, Means a trouvé un M. B. inférieur à la normale.

M. Labbé cite un cas d'*infantilisme avec lésions hypophysaires* se manifestant avec hypertension intracrânienne, élargissement de la selle turcique, hémianopsie bitemporale : le M. B. était diminué de 33 p. 100. Chez un infantile hérédos-spécifique, le M. B. était de — 14 p. 100.

Signalons enfin que, dans un cas, observé par Marañon, de *lipodystrophie progressive* (syndrome de Baraquer), semblant en relation avec des troubles hypophysaires, le M. B. a été trouvé normal.

E. — GLANDES SURRÉNALES.

Athanasiu et Gradinesco ont établi expérimentalement que l'ablation des surrénales amène une diminution du M. B.

Marine et Bauman, Aub, Bright, l'ont confirmé.

L'injection d'adrénaline, au contraire (4 cc. d'une solution au 1/1.000^e), semble amener une augmentation des échanges respiratoires (Langlois et Garrelon, Fuchs, Sandiford, Aub). Cette action de l'adrénaline a été vérifiée sur l'homme par Tomkins, Sturgis et Wearn: Marine a établi que si donc les glandes surrénales tendent à faire croître le M. B., c'est grâce à l'action propre de leur sécrétion, et non en influant sur la thyroïde : l'injection d'adrénaline chez des animaux thyroïdectomiés provoque l'accroissement du M. B., comme chez les animaux indemnes.

En clinique, dans la maladie d'Addison, Boothby a montré que le M. B. est diminué. Mais Marañon cite 3 cas d'Addisoniens typiques et graves dans lesquels le M. B. était de + 2 et 3 p. 100.

Ces résultats, contradictoires et différents de ceux fournis

par l'expérimentation, ne précisent donc pas les indications de la recherche du M. B. pour l'étude clinique des affections des surrénales.

II. — Maladies de la nutrition.

A. — DIABÈTE.

L'extirpation expérimentale du pancréas semble déterminer une élévation du M. B. On connaît l'expérience de Hédon : ayant extirpé le pancréas d'un chien, il en greffe un fragment sous la peau de l'abdomen. Le chien guérit et ne devient diabétique que si l'on vient à extirper ultérieurement le greffon sous-cutané. La glycosurie s'établit alors brusquement, et, parallèlement, le M. B. augmente rapidement, pour diminuer ensuite quand l'hyponutrition s'établit.

Ces faits ont été confirmés cliniquement. Magnus Lévy, Mohr, Leindörfer, Lafon, ont trouvé des échanges normaux dans les diabètes légers, mais accrus dans les diabètes graves. Benedict et Joslin ont trouvé de même que la quantité d'oxygène utilisé et la quantité de CO_2 dégagé par kilo et par minute sont d'autant plus élevées que le diabète est plus grave. Du Bois n'est pas si catégorique et déclare que, même dans les diabètes graves, l'augmentation du M. B. serait inconstante.

En opposition avec l'augmentation possible des échanges dans le diabète, il faut noter la diminution du quotient respiratoire. Ainsi que nous l'avons signalé, le Q. R. baisse d'autant plus que le sujet consomme moins d'hydrates de carbone, ce qui est bien le cas du diabétique. Il utilise surtout des graisses et des protéiques, ce qui explique son plus grand besoin d'oxygène.

L'action de l'insuline sur le M. B. a pu être démontrée par l'expérience de Hédon. De même, Lamers a fait 28 expériences chez le lapin : 10 à 35 unités d'insuline étaient contre-balançées par des doses de glucose variant entre 4 et 24 grammes

par kilo d'animal : sauf un sujet, tous les autres ont eu une augmentation notable du Q. R. Cette augmentation n'est pas en proportion de la quantité glucose-insuline injectée, mais sa durée est proportionnelle à cette quantité. Ainsi donc, l'insuline exerce normalement une action déprimante sur le M. B.

De multiples observations cliniques de M. B. dans le diabète ont été publiées. L. Hédon les a schématisées : dans le diabète simple, bien compensé, obéissant au régime, le M. B. est normal ou un peu abaissé. Mais dès que le diabète est grave, et surtout s'il y a acidose, le M. B. s'élève anormalement. Ceci se produit chez les diabétiques qui ont une forte glycosurie, mais dont le régime, riche surtout en graisses et en protéiques, satisfait aux besoins de l'organisme et lui permet de ne pas subir un trop fort amaigrissement. S'il y a acidose, le Q. R. reste bas et l'augmentation du M. B. peut atteindre 30 p. 100. Mais dès qu'il y a hyponutrition, le sujet étant très amaigri, le M. B. s'abaisse, et parfois fortement (40 p. 100). Voici deux exemples, cas de Marañon :

Un diabétique, obèse, ayant 20 p. 1.000 de glucosurie et une glycémie de 0,29 sans acidose, le M. B. est de + 1.

Une femme obèse, vieille diabétique, avec grande glycosurie et acidose, le M. B. = + 10.

Pratiquement, en clinique, que peut-on attendre de l'étude du M. B. chez un diabétique ? On ne peut formuler de règle précise. E.-J. Bigwood en expose un exemple : Le diagnostic de diabète sucré est fait sans le secours du M. B. : la valeur de ce dernier, jointe aux données cliniques, confirme seulement l'état actuel du diabète considéré. Mais, pour le pronostic, supposons que l'on ait affaire à un diabète grave avec acidose, ayant par conséquent un M. B. élevé. Si le régime hypoazoté et le jeûne amènent une diminution du M. B., le pronostic est bon ; s'ils n'abaissent pas le M. B., le pronostic reste sombre. Dans l'acidose, la mesure du M. B. permet donc de restreindre l'apport azoté au fur et à mesure des constatations : elle sert à fixer le régime et à voir si on peut le rendre moins sévère.

B. — GOUTTE.

Magnus Lévy, Von Noorden, du Bois, Mac Clure, ont trouvé que chez les gouteux les échanges respiratoires sont normaux. Ceci semble donc faire écarter l'hypothèse d'un ralentissement de la nutrition dans cette affection.

C. — OBÉSITÉ.

Pour les obèses, les valeurs du M. B. dépendent beaucoup de l'unité de mesure à laquelle on les rapporte. Chez eux, le poids est élevé, mais la quantité de masse protoplasmique active n'est pas augmentée en proportion. C'est ce qui explique que les valeurs du M. B. trouvées chez un même obèse varient selon qu'on les rapporte au poids ou à la surface du corps. Means a montré que, chez les obèses, le calcul de la surface du corps par la formule de Meeh est entaché d'erreurs. La formule linéaire de du Bois est plus exacte.

Les résultats généraux de recherche du M. B. sur des obèses ont été les suivants : Von Noorden, Magnus Lévy, Jacquet et Svenson, Salomon, etc., ont trouvé les échanges respiratoires diminués si on les rapporte au poids du corps; Weiss et Marcel Labbé les ont trouvés normaux, en les rapportant au poids idéal, d'après la taille.

En clinique, on peut schématiquement faire les distinctions suivantes (J.-E. Bigwood) et considérer :

1° *Une obésité pure* : celle des gros mangeurs sédentaires, par exemple. Si elle est réductible par le régime, le M. B. est en général trouvé normal (M. Labbé). Si le régime ne la fait pas disparaître, le M. B. est, en général, aussi normal ou un peu augmenté.

2° *Une obésité symptomatique* des insuffisances hypophysaire, thyroïdienne ou génitale. Dans tous ces cas, le M. B. est nettement diminué.

Les observations de M. Labbé et Stévenin entrent dans ce cadre :

Sur 46 obèses, 27 avaient un M. B. normal : c'étaient des gros mangeurs curables par l'exercice et le régime; 13 avaient un M. B. diminué : les uns étaient myxœdémateux ou obèses avec atrophie génitale, mais les autres ne présentaient cliniquement aucun trouble endocrinien. Or, ils furent améliorés par le traitement thyroïdien. 6, enfin, avaient un M. B. augmenté : 2 étaient basedowiens, et les autres étaient des suralimentés prolongés.

Des cas analogues sont cités par de nombreux auteurs : Marie Krogh, Marañon, etc.

En clinique, donc, en présence d'un obèse, l'évaluation de son M. B. permet de préciser la catégorie dans laquelle il rentre. Si le M. B. est diminué, on est autorisé à faire un traitement opothérapique (surtout thyroïdien), et l'on contrôle ce traitement par l'étude des variations du M. B. Bru indique que si l'on trouve des échanges particulièrement bas : chez les obèses de petite taille, c'est l'insuffisance thyroïdienne qui peut être en cause; chez les obèses de grande taille, ce serait plutôt l'insuffisance hypophysaire. Ce que confirment des cas observés par Means.

Mais souvent, bien qu'actuellement on n'invoque plus un ralentissement de la nutrition pour expliquer la pathogénie de l'obésité d'un sujet, on est surpris de trouver chez cet obèse un M. B. normal ou augmenté : ce fait contre-indique donc l'emploi d'un traitement thyroïdien, que l'on aurait été tenté d'appliquer si l'on s'était appuyé seulement sur les données de l'observation clinique.

Chez l'enfant, en plus des cas analogues aux précédents, on peut rencontrer des obésités dites d'origine verveuse (Nobécourt et Lebée) à la suite d'encéphalite épidémique, par exemple, ou du fait d'arriération mentale par encéphalopathie. Dans ces cas, le M. B. est tantôt normal, tantôt modérément abaissé : il ne permet donc pas de conclure à une lésion endocrinienne.

III. — Affections de l'appareil respiratoire. Tuberculose pulmonaire.

La recherche du M. B. dans les affections pulmonaires aiguës entre dans le cadre de l'étude du M. B. dans les affections fébriles.

Parmi les affections pulmonaires chroniques autres que la tuberculose, l'asthme a été particulièrement étudié :

a) Cordier a constaté que 25 p. 100 des *asthmatiques* au moins ont des troubles endocriniens. Galup a mesuré le M. B., en dehors des crises, chez 130 asthmatiques : il était normal dans 82 p. 100 des cas, augmenté ou diminué dans les autres. Galup n'est donc pas si affirmatif que Cordier et estime que ces résultats, joints à la rareté de l'observation clinique de troubles endocriniens chez les asthmatiques, ne permettent pas de conclure nettement.

b) Dans la *tuberculose pulmonaire*, des résultats divers ont été trouvés par différents auteurs :

En 1845, Hanover observa une diminution du CO_2 expiré chez les tuberculeux. Moller, Loewy, Charrin et Tissot, Küss, Jolyet Gautrelet et Soulé, ont trouvé les échanges respiratoires normaux chez les tuberculeux non fébricitants.

Albert Robin et Binet avaient, au contraire, constaté que ces échanges sont très augmentés au cours de la tuberculose pulmonaire à toutes les périodes.

Mac Cann et Barr, ayant examiné 15 tuberculeux dans la chambre respiratoire de Benedict, trouvèrent que leur M. B. était normal ou peu augmenté.

Achard et Léon Binet ont eu les mêmes résultats; mais, chez un tuberculeux fébrile, ils constatèrent une forte élévation du M. B. Dautrebande, Grafe, Pierson, ont eu des résultats analogues.

Suau, dans sa thèse, a étudié les variations du M. B. au cours du pneumothorax artificiel : le M. B., qui était exagéré, tend à revenir à la normale après l'intervention. Ceci serait donc d'un bon pronostic. Si le M. B. augmente de nouveau.

ce serait l'indication de la formation d'un épanchement liquidien.

Cordier a schématisé les causes de la diversité des constatations faites : chez les tuberculeux, la dyspnée augmente la ventilation pulmonaire, donc le M. B. Les lésions pulmonaires, au contraire, diminuent le champ pulmonaire soit directement (cavernes, sclérose), soit indirectement (symphyse, épanchements). Les échanges se font mal en raison aussi de l'insuffisance circulatoire et des troubles généraux de la nutrition. La fièvre et, enfin, l'alimentation insuffisante ou, au contraire, le gavage modifient le M. B. C'est pourquoi, pour étudier le M. B. des tuberculeux, il faut s'astreindre à certaines règles : sa mesure sera faite à des périodes horaires comparées de fièvre et d'apyrexie. On fera l'éducation respiratoire des malades et l'épreuve ne sera tentée qu'après une alimentation correcte pendant les vingt-quatre heures qui précèdent la période de jeûne nécessaire à la préparation du sujet.

C'est en suivant ces indications que des résultats intéressants ont été trouvés. Voici les résultats de Cordier et Ceccaldi, qui sont conformes à ceux récemment publiés par d'autres auteurs, et qui nous semblent résumer nettement l'état actuel de la question :

1° Chez les tuberculeux à grandes oscillations thermiques, dyspnée, etc., la valeur du M. B. n'est que la confirmation d'un état clinique évident. Son exagération est parallèle à la gravité et à la rapidité de l'évolution;

2° Chez les tuberculeux incipients ou stabilisés, l'exagération du M. B. annonce des échanges excessifs, une déperdition calorifique anormale et permet un pronostic grave que la clinique seule ne peut porter;

3° Lors des épisodes aigus, greffés sur une évolution torpide, le M. B. exagéré donne une note sombre. S'il reste normal, l'expérience permet de prévoir un épisode bénin et la reprise ultérieure de l'évolution lente.

A l'appui de cette conclusion, Cordier cite, entre autres, les cas suivants :

Un sujet subit une poussée évolutive à allure grave, au cours d'une tuberculose fibreuse. Or son M. B., après avoir augmenté légèrement, revint rapidement à la normale, et, parallèlement, la poussée aiguë s'arrêta. Au contraire, un autre sujet eut une poussée broncho-pneumonique qui ne semblait pas compromettre l'état général. Mais son M. B. augmenta d'une façon persistante. Effectivement, il se produisit une aggravation et la mort survint en deux mois;

4° Dans ces deux derniers cas, ce n'est ni la pyrexie, ni les troubles de la nutrition, ni la perturbation des échanges gazeux qui accroissent le M. B., mais bien la participation du corps thyroïde (Cordier).

En effet, chez des tuberculeux bien stabilisés, on voit brusquement une nouvelle poussée se déclencher. Chez quelques-uns, on peut observer alors des signes cliniques d'hyperthyroïdie. L'étude du M. B. au début de la poussée permet de signaler ou de confirmer ces états d'hyperthyroïdie même frustes, et le pronostic de la poussée est parallèle à la valeur de l'augmentation du M. B. :

si le M. B. augmente de plus de 30 p. 100, la caséification va se faire rapidement;

si le M. B. n'augmente que de 8 à 10 p. 100, la poussée évoluera sans doute favorablement.

Pour la thérapeutique, enfin, ces constatations donnent des indications.

Bien qu'en clinique il soit nécessaire d'interpréter ces résultats et qu'on ne puisse encore en affirmer la constance, il nous semble utile de les connaître, d'autant plus que Cordier les a établis d'après plus de 200 observations.

IV. — Métabolisme basal des cardiaques et des rénaux.

Kraus et Grafe ont trouvé un Q. R. très bas dans les affections cardiaques (0,57-0,63). Le poumon semble avoir perdu sa capacité normale d'excréter l'acide carbonique : il y a abais-

sement de l'élimination de CO_2 ; l'oxygène semble, au contraire, absorbé normalement.

D'après Peabody, L. Meyer, E. et F. du Bois, le M. B. est normal si les lésions cardiaques sont bien compensées et si les reins sont peu altérés. Chez les cardiaques dyspnéiques, les échanges peuvent augmenter de 48 p. 100 au-dessus de la normale, et il ne semble pas que dans cette élévation le travail musculaire supplémentaire, dû à la dyspnée, compte pour plus de 10 p. 100.

La Franca, ayant lié les uretères ou extirpé les reins d'un chien, constata une augmentation de l'absorption d'oxygène, puis un abaissement au-dessous de la normale.

Dans les néphrites, Peabody, Meyer et E. du Bois n'ont pas trouvé de modifications des échanges, sauf s'il y a dyspnée. L'acidose, l'urée et les produits restant en rétention, agissent peu. S'il y avait des œdèmes, le M. B. serait diminué.

V. — Affections du sang et des organes hématopoïétiques.

(Cité par STÉVENIN et JANET.)

ANÉMIES. — Le M. B. est normal ou augmenté, alors qu'il semblerait que la diminution des globules rouges doive amener une diminution de l'absorption de l'oxygène.

D'après Magnus Lévy, le M. B. est élevé dans l'anémie pernicieuse (de 2 à 33 p. 100 dans 5 cas de Meyer et du Bois). Ce serait dû au travail supplémentaire du cœur et des poumons que nécessite la pauvreté du sang en hémoglobine.

La transfusion abaisse le M. B. (Tompkins, Brittingham et Drinkes.)

LEUCÉMIES. — Grafe cite : 8 leucémies lymphoïdes qui avaient un M. B. de 6 à 98 p. 100 au-dessus de la normale; 3 leucémies myéloïdes à M. B. accru de 22 à 53 p. 100.

Krauss et Bohland : leucémie splénique à M. B. accru.

Murphy, Means et Aub : 1 leucémie lymphatique : M. B. augmenté de 44 p. 100.

La plupart des auteurs pensent que, dans les leucémies,

c'est la valeur du M. B., bien plus que la formule leucocytaire qui fait le pronostic.

VI. — Maladies infectieuses.

La rapidité des réactions chimiques augmente du double au triple pour chaque élévation de température de 10 degrés (Van't Hoff, 1898).

En 1906, Magnus Lévy : Le M. B. est accru de 20 à 30 p. 100 dans les états fébriles. Toutes les observations le confirment.

FIÈVRE TYPHOÏDE. — W. Coleman et E.-F. du Bois ont montré que le taux du M. B. augmente pendant la période fébrile et dépasse de 40 p. 100 le chiffre normal lorsque la fièvre atteint son maximum, puis diminue suivant une courbe qui est parallèle à celle de la température. Pendant la convalescence, il s'élève de nouveau et atteint + 47 p. 100 en moyenne pendant la troisième semaine.

Pendant la période d'état, l'ingestion de 100 grammes d'hydrates de carbone ne détermine qu'une faible augmentation du M. B. : 4 p. 100 au lieu de 9 p. 100 chez le sujet normal. Ceci confirme l'insuffisance glycolytique qui existe dans les affections aiguës et signalée par M. Achard.

PALUDISME. — Le M. B. augmente pendant les accès, parallèlement à la température (Barr et du Bois).

VII. — Les dermatoses.

Lévy-Frankel, Juster et Van Bogaert ont particulièrement étudié le M. B. dans ces affections, en raison des problèmes posés par les dermatoses dites endocriniennes et du syndrome endocrino-sympathique relevé dans certaines d'entre elles. Voici quelques-uns de leurs résultats :

PELADIE. — 30 cas; M. B. augmenté : 47; M. B. diminué : 5; M. B. normal : 8, dont 6 avaient subi antérieurement un traitement endocrinien. Ces faits confirment donc la fréquence de l'hyperthyroïdie chez les peladiques.

SYNDROMES SYMPATHIQUES. — Troubles vaso-moteurs, maladie de Raynaud, psychose périodique avec syndrome de Claude Bernard Horner : M. B. normal.

VITILIGO. — M. B. augmenté dans 3 cas sur 4.

ICHTYOSE. — M. B. diminué, surtout chez les enfants, qui présentaient, en plus, des signes de myxœdème fruste.

SCLÉRODERMIE. — M. B. normal.

MALADIE DE DÜHRING. — 1 cas à M. B. augmenté.

PSORIASIS. — Le M. B. peut être augmenté, mais il est plus souvent normal.

Dans les séborrhées et acnés, Marcel Bourret a trouvé un M. B. augmenté en moyenne de 10 à 30 p. 100.

VIII. — Maladies nerveuses et mentales.

Obregia et Padeano ont trouvé un M. B. diminué de façon constante dans les psychoses alcooliques chroniques, aussi bien chez les malades calmes que chez les agités, et l'ingestion d'alcool diminue encore plus la valeur de ce M. B.

Laugier, dans sa thèse, expose les conclusions suivantes :

Le M. B. est normal dans les psychoses systématisées, la démence précoce, la P. G. au début, l'épilepsie en dehors des crises.

Le M. B. est un peu augmenté dans l'alcoolisme chronique, la mélancolie, l'imbécillité.

Le M. B. est nettement augmenté dans les syndromes hyperthyroïdiens et les chorées.

Le M. B. est abaissé dans le myxœdème et la P. G. avancée.

IX. — Affections diverses.

AFFECTIONS HÉPATIQUES. — Le M. B. a été trouvé normal (Aub et Means).

MALADIE DE RECKLINGHAUSEN. — 1 cas cité par Marañon . M. B. normal.

CANCER. — Expérimentalement, Cramer a trouvé un M. B. notablement élevé.

OTOSPONGIOSE. — Rebattu en a observé 10 cas (surdité progressive bilatérale, apparue de préférence à la puberté, sans affections rhino-pharyngées ni otitiques). Pour 8, le M. B. était augmenté de 3,5 à 29,7 p. 100. Il y a donc un facteur endocrinien dans l'otospongiose : dysthyroïdie ou dysovarie, qu'un traitement approprié pourrait faire disparaître.

Jousseau, au contraire, considère que le M. B. est constamment abaissé dans l'otospongiose.

INTOXICATION PAR LES GAZ DE COMBAT. — Achard, Le Blanc, Desbouis et Binet, en mesurant uniquement le CO_2 exhalé, ont constaté une diminution des échanges aussi bien chez les gazés que chez les animaux intoxiqués par les gaz de combat.

RHUMATISME CHRONIQUE. — Bergonié a trouvé une diminution des échanges respiratoires confirmée par divers auteurs.

PTOSE GASTRO-INTESTINALE. — Manoïlovitch (thèse Bordeaux, 1925) a constaté que le M. B. est diminué chez les ptosiques et l'explique par deux causes : 1° l'insuffisance de l'apport alimentaire dû à la mauvaise digestion; 2° une altération des tissus due à la diminution chronique de la nutrition.

X. — Conclusions.

Les recherches du M. B. ont été faites dans bien d'autres affections. Les observations abondent. Nous n'avons pu signaler que les résultats qui nous ont paru les plus importants en clinique. Dans la pratique courante, l'étude du M. B. sera toujours intéressante si elle est possible. Mais il est des cas dans lesquels elle semble particulièrement indiquée et utile : ce sont, pour nous résumer : les goîtres, avant tout; tous les syndromes glandulaires; le diabète; l'obésité; la tuberculose (poussées évolutives); les leucémies; certaines affections cutanées; les cas où l'on voudra déterminer une ration alimentaire suffisante; tous ceux, enfin, dans lesquels on voudra discerner s'il s'agit d'un trouble glandulaire ou, au contraire, d'une affection organique (tremblements, par exemple).

CHAPITRE VIII

EXEMPLE DE RECHERCHES DU METABOLISME BASAL EN CLINIQUE. QUELQUES OBSERVATIONS PERSONNELLES

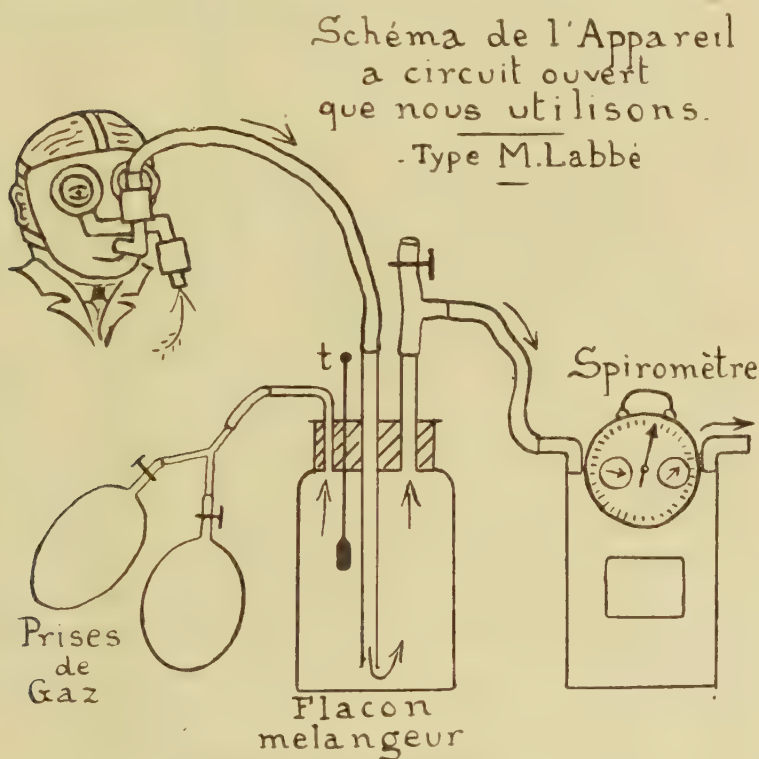
Pour le choix des appareils qui nous ont servi dans nos recherches personnelles, nous nous sommes guidé sur les considérations que nous avons exposées au chapitre V. Notre laboratoire étant attenant aux salles de nos malades, nous aurions pu choisir les appareils à technique simple, qui ne peuvent pas être facilement transportés, et, pour l'épreuve, faire venir la plupart de nos malades au laboratoire lui-même. Mais nous devions, à plusieurs reprises, rechercher le M. B. de malades qui ne pouvaient quitter leur lit ou situés dans des services ou des hôpitaux différents assez éloignés les uns des autres. C'est pourquoi nous avons préféré choisir la méthode de recherche du M. B. par les appareils à circuit ouvert qui, bien que plus longue et plus délicate, répondait mieux à nos besoins. D'autre part, nous avons été heureux de pouvoir, chez certains malades, constater la valeur de leur quotient respiratoire, qui nous faisait suivre fidèlement les divers facteurs influant sur le chiffre de leur M. B.

Nous ne nous attarderons pas à décrire longuement notre installation, et nous n'insisterons que sur certains détails pratiques de la marche d'une épreuve, car nous avons déjà exposé dans les chapitres précédents les quelques considérations que nous pourrions faire ici.

I. — Matériel employé.

Masque Tissot, flacon mélangeur, spiromètre de Verdin, eudiomètre simple de Plantefol.

1° MASQUE TISSOT. — Nous l'avons décrit. Sa soupape d'expiration est reliée au flacon mélangeur par un tube en caoutchouc de 20 millimètres de diamètre.



2° FLACON MÉLANGEUR. — Celui employé par MM. Labbé, Nobécourt et Janet, etc.

Contenance 5 litres; fermé par un bouchon de liège percé de quatre orifices, par où passent des tubulures de diamètres différents :

- a) Gros diamètre : entrée de l'air expiré, venant du masque; il plonge jusqu'au fond du flacon;
- b) Gros diamètre : sortie de l'air du flacon reliant celui-ci au spiromètre; il est court, ne descend pas dans le flacon;
- c) Petit diamètre : permettant la pose d'un thermomètre destiné à prendre la température de l'air du flacon;
- d) Petit diamètre : il en part une tubulure en Y qui permet de relier le flacon mélangeur aux deux ballons de caoutchouc à prises de gaz; ces derniers peuvent être fermés séparément par une pince à vis.

Tous les interstices possibles sont soigneusement obturés par de la cire à cacheter.

3° SPIROMÈTRE DE VERDIN. — Relié au flacon mélangeur par un tube de caoutchouc de 2 centimètres de diamètre.

4° EUDIOMÈTRE DE PLANTEFOI., dont la technique détaillée est livrée avec chaque appareil.

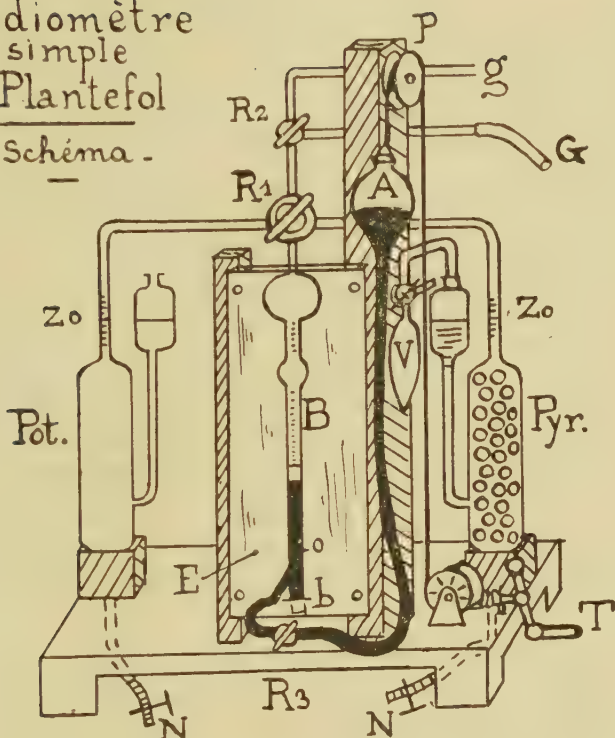
Lors de nos déplacements, nous emportons le masque et le flacon mélangeur dans une mallette et le spiromètre. Il suffit d'un peu de soin, mais rien n'est fragile et ne peut se dérégler pendant le transport, qui n'est pas très encombrant. L'eudiomètre reste au laboratoire. Ainsi donc, après chaque épreuve, nous n'avons qu'à porter les ballons de prise de gaz au laboratoire pour faire l'analyse de l'air expiré qu'ils contiennent : cette analyse est toujours pratiquée dans les plus brefs délais possibles; nous n'avons pas dû jusqu'à présent nous servir d'ampoules à prises de gaz en verre.

II. — Conduite d'une épreuve.

PRÉPARATION DU SUJET. — Nous avons toujours suivi les indications exposées au chapitre III. Nos épreuves étaient pratiquées le matin, de bonne heure, le sujet étant à jeun depuis la veille et n'ayant rien fait depuis son réveil; avant de commencer les mesures, le sujet était maintenu immobile pendant

Eudiomètre simple de Plantefol

. Schéma .



A. Ampoule et tube de caoutchouc, remplis de mercure, servant à faire déplacer le gaz à analyser.

B. Burette graduée de 100 cc. contenant le gaz à analyser.

E. Écran en verre placé devant la burette graduée.

G. Sert à l'introduction dans l'eudiomètre du gaz à analyser.

N. N. Orifices pour la vidange des flacons Pot et Pyr.

P. Poulie soutenant l'ampoule A.

Pot. Flacon rempli de potasse pour l'absorption du CO^2 .

Pyr. Flacon rempli de pyrogallate de potasse pour l'absorption de l'oxygène. Billes de verre facilitant cette absorption.

R₁. Robinet à trois voies faisant communiquer la burette B avec l'extérieur ou avec chacun des absorbeurs.

R₂. Robinet à deux voies.

R₃. Robinet servant à bloquer la colonne de mercure.

T. Treuil pour élever ou abaisser l'ampoule A.

Z₀. Z₀. Repères : position du niveau des absorbeurs avant et après chaque analyse.

b. Bouchon fermant l'orifice inférieur de la burette B.

g. Communication avec l'air atmosphérique.

v. Ballonnet en caoutchouc isolant le flacon Pyr de l'air extérieur, tout en maintenant son contenu à la pression atmosphérique.

une demi-heure et l'on vérifiait qu'il n'avait pas de fièvre. La température de la pièce variait de 16 à 21 degrés. Pour réaliser l'équilibre thermique du sujet, nous avons tenu compte des observations indiquées. Le sujet était allongé, la tête relevée par un coussin, recouvert juste suffisamment.

CONDUITE DE L'ÉPREUVE. — a) *Pose du masque.* — Le sujet a toujours été habitué à respirer par son intermédiaire avant l'épreuve. L'étanchéité du masque et son adhérence au visage du sujet ont toujours été vérifiées.

b) Le masque étant placé et relié au reste de l'appareil, on laisse le sujet respirer à blanc pendant quelques minutes. De cette façon, sa respiration devient très régulière; d'autre part, ceci permet de s'assurer de la bonne marche des soupapes et du spiromètre. De plus, tout l'air atmosphérique des tuyauteries et du flacon est ainsi chassé : les ballons de prises de gaz se gonflent et on les vide plusieurs fois, en les aplatissant, de manière à les purger aussi de tout air non expiré par le sujet.

Quand tout marche bien, qu'au moins 50 litres d'air expiré ont balayé l'intérieur de tout l'appareil, on note la position précise des aiguilles du spiromètre et l'on déclenche l'aiguille du chronomètre. L'épreuve de dix minutes est commencée.

c) Pendant les dix minutes d'épreuve, on s'assure que rien d'anormal ne se produit. On vérifie la régularité du pouls et de la respiration du sujet. On vide les ballons de caoutchouc de façon à les laisser remplir ensuite par l'air vraiment expiré par le sujet pendant l'épreuve, et, de cette façon, le volume de l'air qu'ils contiennent est enregistré par le spiromètre. On les ferme successivement, à deux minutes d'intervalle, peu avant la fin de l'épreuve. Lorsque les dix minutes sont révolues, on isole le spiromètre et on libère le sujet du masque. On note alors le volume d'air expiré pendant les dix minutes (au spiromètre); la température de cet air (thermomètre du flacon intermédiaire); la pression barométrique du moment.

Les deux ballons de caoutchouc sont détachés et portés au laboratoire pour l'analyse.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES.

Nous avons eu toute satisfaction de l'emploi de ces appareils. Le masque Tissot était bien toléré, et aucun sujet n'a déclaré avoir ressenti une gêne respiratoire quelconque. Le spiromètre est d'un emploi facile; d'autre part, la marche de ses aiguilles permet de vérifier la régularité et la constance de l'amplitude de la respiration du sujet; leur arrêt signale immédiatement un mauvais fonctionnement des soupapes du masque. Le flacon mélangeur et ses ballons sont d'un emploi simple et commode.

L'*eudiomètre de Plantefol* nous a donné d'excellentes analyses. Son maniement est vraiment fort simple; il n'est d'aucune utilité que nous décrivions ici la technique d'une analyse. Nous ferons simplement les remarques suivantes :

1° Le robinet à trois voies ne doit pas être trop graissé : quand on vide la burette graduée du gaz qu'elle contient, au moyen du déplacement de la colonne de mercure, l'eau acidulée qui est à la partie supérieure de celle-ci vient affleurer le robinet à trois voies; de la graisse peut alors s'y diluer et venir ensuite salir les parois de la burette graduée, qui, dès lors, ne permettent plus le glissement facile de l'eau acidulée quand la colonne de mercure redescend au bas de la burette : des gouttelettes d'eau restent en suspens sur ces parois.

2° Lorsqu'on ramène dans la burette graduée le gaz en analyse, il faut bien surveiller le niveau des absorbeurs, afin qu'il revienne tout doucement à son point de départ. Toute brusquerie pourrait être funeste et provoquer l'aspiration intempestive de ces absorbeurs dans la burette graduée, d'où arrêt de l'analyse et nécessité de nettoyer l'*eudiomètre*.

3° Nous avons toujours vérifié la qualité des absorbeurs par des analyses d'air atmosphérique, et bien que l'on admette qu'ils puissent faire 50 analyses, nous avons dû parfois les renouveler après 30 analyses.

III. — Calcul des résultats.

L'épreuve étant faite, ainsi que l'analyse des gaz expirés, il reste à évaluer le M. B. Pour exposer la marche à suivre, nous ne pouvons mieux faire que de prendre les résultats de notre observation I.

Sujet du sexe masculin

Age 63 ans.

Poids 93 kg. 500.

Taille 1 m. 63.

Volume d'air expiré en 10 minutes : 66 lit. 20. Soit en 1 heure, 397 l. 20.

Température : 20 degrés. Pression barométrique : 755 mm.

Analyse de l'air expiré (moyenne de 2 analyses) :

CO² = 3cc. 1 pour 100

O = 16 cc. 9.

Az = 80 cc.

Il suffit de suivre les indications exposées au chapitre IV (S'y reporter). *

1° Réduction de l'air expiré, à 0° 760 mm. et sec. Le tableau II indique pour 20° et 755 mm. un coefficient de réduction de 90,41. Le volume d'air expiré est donc réduit à :

$$\frac{397,20 \times 90,41}{100} = 359 \text{ litres } 10$$

2° Il y a donc :

$$359,10 \times \frac{3,1}{100} = 11 \text{ litres } 13 \text{ de CO}^2 \text{ expirés en 1 heure.}$$

3° Q. R. apparent est donc (20,9 étant le pourcentage de l'O dans l'air atmosphérique) :

$$\frac{\text{CO}^2}{\text{O}^2} = \frac{3,1}{20,9 - 16,9} = \frac{3,1}{4} = 0,77.$$

4° Le Q. R. réel est donné par le tableau III = 0,723.

5° Le nombre de litres d'oxygène utilisé en 1 heure est donc :

$$\frac{\text{litres de CO}^2}{\text{Q. R. réel}} = \frac{11,13}{0,723} = 15 \text{ litres } 39.$$

6° Surface du corps du sujet, donnée par la table de du Bois
1 m² 98.

7° Coefficient calorique de l'oxygène pour un Q. R. réel de
0,723 = 4,70.

Le M. B. du sujet est donc :

$$\frac{15,39 \times 4,70}{1,98} = \frac{72,33}{1,98} = 36 \text{ calories } 5.$$

La normale pour un homme de 63 ans est 36 cal. 5 (Tabl. J. chap. VI).

L'écart est donc de 0. Le M. B. est tout à fait normal.

S'il y avait eu un écart : + 1 c. 5 par exemple, on en aurait fait le pourcentage ainsi :

$$\frac{1,5 \times 100}{36,5} = + 4,1 \%$$

TABLEAU II

POUR RÉDUIRE A 0°,760 MM. ET SEC, 100 VOLUMES D'AIR SATURÉ D'HUMIDITÉ PRIS
A DIFFÉRENTES TEMPÉRATURES ET PRESSIONS (HALDANE).

TEMPÉRATURE	PRESSIONS								
	740	745	750	755	760	765	770	775	780
10° ..	92,77	93,39	94,04	94,66	95,30	95,93	96,57	97,21	97,84
11° ..	92,36	92,98	93,63	94,25	94,89	95,52	96,16	96,79	97,42
12° ..	91,95	92,55	93,18	93,80	94,44	95,07	95,70	96,33	96,96
13° ..	91,54	92,17	92,80	93,41	94,05	94,68	95,31	95,94	96,57
14° ..	91,13	91,76	92,38	93,00	93,62	94,26	94,88	95,51	96,13
15° ..	90,71	91,34	91,96	92,57	93,20	93,82	94,44	95,08	95,70
16° ..	90,29	90,92	91,54	92,15	92,78	93,40	94,01	94,64	95,26
17° ..	89,87	90,50	91,11	91,72	92,35	92,97	93,58	94,21	94,83
18° ..	89,45	90,08	90,68	91,30	91,92	92,54	93,15	93,77	94,39
19° ..	89,02	89,64	90,25	90,86	91,48	92,09	92,71	93,32	93,94
20° ..	88,59	89,21	89,81	90,41	91,04	91,65	92,26	92,88	93,50
21° ..	88,18	88,86	89,40	90,01	90,62	91,23	91,84	92,45	93,07
22° ..	87,71	88,32	88,90	89,53	90,14	90,75	91,36	91,97	92,60
23° ..	87,26	87,87	88,47	89,08	89,69	90,29	90,90	91,51	92,13
24° ..	86,81	87,43	88,01	88,62	89,23	89,83	90,44	91,04	91,65
25° ..	86,35	86,96	87,57	88,17	88,79	89,38	89,98	90,57	91,17

TABLEAU III

DONNANT LE Q. R. RÉEL, QUAND ON CONNAÎT LE Q. R. APPARENT (HALDANE).

Q. R. apparent.	Q. R. réel.	Q. R. apparent.	Q. R. réel.
1	1	0,84	0,806
0,99	0,987	0,83	0,794
0,98	0,974	0,82	0,783
0,97	0,962	0,81	0,773
0,96	0,949	0,80	0,760
0,95	0,937	0,79	0,747
0,94	0,924	0,78	0,734
0,93	0,911	0,77	0,723
0,92	0,900	0,76	0,714
0,91	0,888	0,75	0,703
0,90	0,876	0,74	0,692
0,89	0,864	0,73	0,681
0,88	0,851	0,72	0,670
0,87	0,841	0,71	0,658
0,86	0,828	0,70	0,648
0,85	0,816	0,60	0,543

TABLEAU IV

DONNANT LE COEFFICIENT CALORIQUE DE L'OXYGÈNE
QUAND ON CONNAÎT LE Q. R. RÉEL (BOOTHBY ET SANDIFORD).

Q. R. réel.	Coefficient calorique de l'oxygène.	Q. R. réel.	Coefficient calorique de l'oxygène.
1	5,05	0,85	4,86
0,99	5,03	0,84	4,85
0,98	5,03	0,83	4,84
0,97	5,01	0,82	4,83
0,96	5	0,81	4,81
0,95	4,99	0,80	4,80
0,94	4,97	0,79	4,79
0,93	4,96	0,78	4,78
0,92	4,95	0,77	4,76
0,91	4,94	0,76	4,75
0,90	4,92	0,75	4,74
0,89	4,91	0,74	4,73
0,88	4,90	0,73	4,71
0,87	4,89	0,72	4,70
0,86	4,88	0,71	4,69

Observations personnelles.

Chaque fois que cela nous a été possible, nous avons contrôlé nos résultats en faisant une nouvelle épreuve chez le sujet qu'ils concernaient. D'autre part, pour l'analyse de l'air de chaque épreuve, nous avons toujours fait l'analyse des deux échantillons prélevés. Dans les quelques cas où les résultats n'étaient pas tout à fait semblables, c'est la moyenne des deux analyses que nous avons prise.

OBSERVATION I.

Obésité pure et psoriasis.

(Service de M. le Professeur PETGES.)

Homme de 63 ans, célibataire, a toujours eu une santé excellente; aucune maladie, sauf des varices, il y a quatre ans. De tempérament toujours fort, gros mangeur, gros buveur. Il y a un an, a eu une première atteinte de psoriasis généralisé, qui dura deux mois et disparut progressivement sans aucune influence sur l'état général. Il y a un mois, deuxième atteinte de psoriasis. Traitement par les pommades habituelles : amélioration.

Examen. — Très bon état général : sujet pléthorique, de type bréviligne.

Examen somatique. — Léger emphysème pulmonaire. Cœur, système nerveux, appareil digestif et urines : rien à signaler. Tension artérielle, 16-12; indice, 3.

Le sujet présente des plaques de psoriasis de la grandeur d'une paume de main, disséminées sur les membres inférieurs, l'abdomen et les bras.

Poids : 93 kg. 500.

Taille : 1 m. 63.

Volume d'air expiré en une heure, après correction

359 l. 10.

CO² : 3 cc. 1 p. 100.

O : 16 cc. 9.

Q. R. réel : 0,723.

Oxygène utilisé en une heure : 13 l. 39.

M. B. : 36 cal. 5.

Normale : 36,5.

Ecart : 0.

Conclusion. — Il s'agit donc bien d'une obésité pure, constitutionnelle. Le psoriasis n'a aucune influence sur le M. B. du sujet.

OBSERVATION II.

Obésité chez un jeune sujet.

(Service de M. le Professeur CASSAËT.)

B..., jeune homme de 23 ans, présente une corpulence au-dessus de la normale. Il a toujours eu une excellente santé, mais, dès l'adolescence, il a augmenté de poids anormalement, bien qu'il ne mange pas outre mesure et qu'il fasse suffisamment d'exercice. Il a ressenti parfois quelques palpitations cardiaques. Bien qu'il ne présente aucun signe clinique d'insuffisance endocrinienne, on a été tenté, à plusieurs reprises, de lui faire un traitement opothérapique (thyroïde et orchitine).

Examen. — Rien à signaler, en dehors de la corpulence. Ce n'est pas l'adiposité qui domine. Le sujet est « fort » dans son ensemble. Pouls, 72. Respirations, 17 par minute.

Poids : 97 kilos.

Taille : 1 m. 71.

Volume d'air expiré en une heure après correction : 432 l. 85

CO² : 3 cc. 3.

O : 16 cc. 9.

Q. R. réel : 0,783.

Oxygène utilisé en une heure : 18 l. 23.

M. B. : 41 cal. 8.

Normale : 39 cal. 5.

Ecart : 2,3 soit + 5,8 p. 100.

Conclusions. — Cette obésité ne semble pas due à une insuffisance glandulaire quelconque. Le M. B. est normal quoique de type élevé, et cette élévation semble devoir être rattachée au fort débit respiratoire du sujet. Seul, le traitement hygiénique semble indiqué.

OBSERVATION III.

Goutte.

(Service de M. le Professeur CARLES.)

L..., homme de 63 ans venu dans le service de M. le Professeur Carles, pour crise de goutte typique.

A 17 ans, première atteinte de goutte franche : les articulations des deux genoux sont prises. Le repos au lit amène une sédation rapide. Depuis lors, des accès de goutte typiques se sont répétés de temps en temps, survenant la nuit, avec douleur dans le gros orteil, caractéristique. A 43 ans, crise plus forte que les autres, nécessite un repos de trois mois. Chaque crise est améliorée par la prise de colchique.

Le malade n'a fait aucun excès. Il n'a jamais eu de crises lithiasiques. Mais jamais il n'a suivi de régime, car les crises survenaient malgré tout. Son père a eu des crises de goutte tout à fait analogues; ses frères et sœurs sont bien portants.

Examen après l'accès actuel. — Douleurs localisées au cou-de-pied droit et dans les orteils; empâtement du tissu cellulaire et rougeur à ce niveau. Tophi disséminés, surtout au niveau des orteils, et aux pouces des deux mains. Craquements dans l'épaule droite. L'examen somatique ne révèle rien d'anormal. Le sujet est amaigri, car il est hypoalimenté depuis assez longtemps. L'épreuve du M. B. est pratiquée huit jours après la crise :

Poids : 50 kilos.

Taille : 1 m. 68.

Volume d'air expiré en une heure, après correction : 307 l. 62.

CO² : 2 cc. 6.

O : 17 cc. 5.

Q. R. réel : 0,714.

Oxygène utilisé en une heure : 11 l. 20.

M. B. = 34 cal. 6.

Normale : 36 cal. 5.

Écart : 1,9, soit — 5,2 p. 100.

Conclusions. — Cet écart ne suffit pas pour invoquer un ralentissement de la nutrition. On peut le rattacher d'ailleurs à l'hypoalimentation chronique du sujet.

OBSERVATION IV.

Diabète grave.

(Service de M. le Docteur BOUSQUET.)

Mme G..., âgée de 35 ans, traitée pour diabète depuis trois ans. Début, en juin 1926, par polydypsie, polyphagie, polyurie, prurit vulvaire. Les troubles s'aggravent et la malade se sent très fatiguée. Elle a maigri de 10 kilos en deux ans. L'analyse d'urines, en janvier 1927, donne : volume, 6 litres par vingt-quatre heures, avec 57 grammes de sucre par litre. Présence d'acétone; pas d'albumine.

On institue un régime. De février 1927 à octobre 1927, le régime est rigoureusement adapté aux éliminations de la malade, et l'on institue un traitement concomitant avec l'insulyl. Sous cette influence, le glucose urinaire descend à 35 gr. 25 par litre, puis à 5 gr. 25, et enfin à 1 gr. 80. On ne trouve plus d'acétone. On supprime le traitement insulinién fin août 1927. Le 5 octobre le sucre urinaire a remonté à 48 gr. 75 par litre. Après diverses fluctuations dans le traitement, en janvier 1928, l'analyse d'urine montre : Albumine = 0. Sucre = 55 grammes, Acétone = traces. Un régime strict est institué et la malade reçoit dès lors 20 unités d'insuline par jour. Elle quitte l'hôpital.

En juillet 1929, elle revient, ayant un peu maigri, mais surtout fatiguée au moindre effort : Urines : albumine = 0,03. Sucre = 85 gr. 80. Acétone = 0,13 par litre.

Par un régime approprié, l'albumine et l'acétone disparaissent; mais, malgré un traitement insulinién journalier, combiné au régime, le taux de la glycosurie reste élevé. La malade ne maigrit pas, mais ne peut fournir d'effort soutenu.

Le 21 octobre, urines : Albumine = 0. Glucose = 66 grammes.
Acétone = traces.

Il s'agit donc cliniquement d'un diabète grave, avec acidose latente, dont l'irréductibilité semble définitive. Quel pronostic porter ? On recherche le M. B.

Poids : 65 kilos.

Taille : 1 m. 64.

Volume d'air expiré en une heure, après correction : 569 l. 07.

CO² : 2 cc. p. 100.

O : 18 cc. 2.

Q. R. réel : 0,692.

Oxygène utilisé par heure : 16 l. 45.

M. B. = 44 cal. 8.

Normale : 37.

Ecart : 7,8, soit + 21 p. 100.

Conclusions. — Observer la baisse du Q. R., due à la faible quantité de CO² dégagé et la forte utilisation d'oxygène. Le chiffre élevé du M. B. confirme donc qu'il s'agit d'un diabète grave, mais il semble indiquer aussi que la malade consomme trop de protéines. Il faut restreindre leur dose dans le régime qu'elle suit.

OBSERVATION V.

Goitre avec hyperthyroïdie.

(Hôpital militaire de Bordeaux.)

Mme C..., âgée de 53 ans, vient consulter pour un goitre de petit volume. Il y a quinze ans, une petite grosseur est apparue assez rapidement au niveau de son corps thyroïde. Elle n'eut alors aucun trouble et la grosseur ayant atteint le volume d'une noix est restée stationnaire depuis.

Il y a deux ou trois ans, sont apparus quelques troubles : vertiges parfois, bouffées de chaleur, émotivité. La malade est devenue très énervée : « elle est toujours sous pression ». Elle a le regard vif. La nuit, elle transpire souvent, mais ne ronfle pas. Elle n'a aucune gêne pour avaler. Elle n'a pas maigri.

Antécédents. — Lithiase rénale, soignée médicalement. Laryngite à l'âge de 19 ans. Aucune maladie. Ménopause, il y a sept ans, sans aucun trouble.

Examen. — Le lobe droit du corps thyroïde est augmenté de volume dans son ensemble; la peau est mobile à son niveau, sans circulation anormale. Le lobe thyroïdien, augmenté, est de consistance rénitente dans toutes ses parties, non douloureux.

Il n'est pas fixé dans la profondeur.

Autres appareils : Cœur normal; pouls 64. Respiration : accélérée : 27 par minute, et ceci même à plusieurs jours d'intervalle. Rien par ailleurs.

Poids : 59 kilos.

Taille : 1 m. 56.

Volume d'air expiré en une heure, après correction : 464 l. 10.

CO² : 2 cc. 25.

O : 18 cc.

Q. R. réel : 0,723.

Oxygène utilisé en une heure : 14 l. 44.

M. B. : 42 cal. 9.

Normale : 35.

Ecart : 7,9, soit + 22,5 p. 100.

Conclusions. — Si, cliniquement, la malade présente un adénome simple du corps thyroïde, le M. B. confirme que les petits troubles observés par la malade depuis trois ans peuvent être rattachés à de l'hyperthyroïdie manifeste.

Il s'agit donc d'un goitre avec hyperthyroïdie.

OBSERVATION VI.

Hyperthyroïdie fruste.

(Hôpital militaire de Bordeaux.)

Mme M..., âgée de 53 ans, a eu toujours une bonne santé. Depuis neuf ans, elle a observé des tremblements légers de sa tête et des mains, survenant d'une façon intermittente. Elle a parfois des vertiges. Elle a de la tachycardie, qui survient par crises, avec sensation

passagère d'étouffement. Elle a très souvent des bouffées de chaleur. ne transpire jamais. Pas d'amaigrissement. Pas de nervosisme : enrouement émotif assez fréquent.

Ménopause, il y a six ans, sans aucun trouble.

La malade vient consulter pour savoir l'origine de ces troubles, car sa mère est décédée à la suite d'un néoplasme thyroïdien ayant évolué rapidement.

Examen. — Rien à signaler, si ce n'est une tachycardie modérée, et une très légère augmentation de la tension artérielle.

Poids : 77 kilos.

Taille : 1 m. 56.

Volume d'air expiré en une heure, après correction : 335 l. 79.

CO² : 3 cc. 1.

O : 17 cc.

Q. R. réel : 0,747.

Oxygène utilisé par heure : 13 l. 92.

M. B. = 36 cal. 9.

Normale : 35.

Ecart : 1,9, soit + 5,4 p. 100.

Conclusions. — L'augmentation du M. B. est trop légère pour que l'on puisse invoquer l'existence d'hyperthyroïdie. La malade sera revue de temps en temps.

OBSERVATION VII.

Diabète insipide.

(Service de M. le Professeur CARLES.)

Mme M..., âgée de 35 ans, soignée dans le service de M. le Professeur Carles. Depuis vingt jours, présente une soif intense, qui est survenue brusquement. Depuis lors, elle boit continuellement, plus de dix litres par jour, et urine en conséquence. Son appétit a légèrement diminué; elle a des céphalées fréquentes depuis le début de cette polyurie. Les symptômes se bornent à cela.

Aucune maladie de l'enfance; aurait eu une crise de rhumatisme articulaire aiguë à l'âge de 12 ans. Opérée pour appendicite il y a un an.

Très bien réglée. Très bonne santé habituelle.

Examen. — Absolument négatif.

Urines : Densité très voisine de 1, diminution accentuée des taux des sels. Pas d'éléments anormaux.

Liquide céphalo-rachidien : Albumine = 0 gr. 20; 0,22 élément à la cellule de Nageotte. Réaction de B. W. négative.

La radiographie de la selle turcique révèle peut-être un léger agrandissement de celle-ci. Examen oculaire négatif.

On conclut donc à un diabète insipide nettement caractérisé.

Traitement. — Injections sous-cutanées d'extrait de lobe postérieur d'hypophyse, 20 centigrammes par jour. La polydypsie et la polyurie disparaissent.

La malade se croit guérie.

Pendant les quatre mois qui suivent, la malade peut se livrer impunément à toutes ses occupations de cuisinière. Mais elle se fait 2 injections d'extrait hypophysaire par jour. L'effet d'une piqûre dure douze heures environ. Dès qu'il s'atténue, la malade ne tient plus en place, « elle sent l'urine couler à flots dans sa vessie ». Grâce aux injections, ceci est évité et la malade suit un régime normal. Elle dort bien, a même engraisié, et ne ressent aucun trouble.

Nous avons recherché le M. B. dans deux conditions :

1° Deux heures après l'injection d'extrait hypophysaire :

Poids : 57 kg. 630.

Taille : 1 m. 54.

Volume d'air expiré en une heure, après réduction : 277 l. 55.

CO² : 3 cc. 3.

O : 17 cc.

Q. R. réel : 0,80.

Oxygène utilisé par heure : 41 l. 35.

M. B. : 35 cal. 5.

Normale : 37.

Ecart : 1,5, soit — 4 p. 100.

2° Dix heures après l'injection d'extrait hypophysaire, donc peu avant le déclenchement de la polyurie :

Volume d'air expiré en une heure après correction : 285 l. 37.

CO² : 3 cc.

O : 17 cc. 4.

Q. R. réel : 0,81.

Oxygène utilisé en une heure : 40 l. 49.

M. B. : 32 cal. 8.

Ecart : 4,2, soit : — 11,3 p. 100.

Conclusions. — Ceci nous a montré qu'effectivement l'injection d'extrait hypophysaire augmente la valeur du M. B. D'autre part, dans ce cas de diabète insipide, le M. B. est bien diminué dès que la malade n'est plus sous l'influence du traitement. A la suite de ces faits, un traitement iodé a été institué, mais sans aucun résultat. Seules, les deux injections quotidiennes d'extrait hypophysaire continuent à maintenir la malade, pratiquement, sans aucun trouble.

OBSERVATION VIII.

Syndrome adiposo-génital.

M. X..., 50 ans, en traitement pour ulcère variqueux, dans le service du Professeur Joulia. Présente l'aspect adiposo-génital typique : il n'est pas obèse mais adipeux. Ses formes sont graciles mais arrondies par l'adiposité. Ses seins sont augmentés de volume. Malgré son âge, sa peau est fine, douce au toucher. Le système pileux est très peu développé : le malade n'a jamais eu besoin de se raser. Les organes génitaux sont très peu développés : verge de 2 centimètres de long, scrotum et testicules tout petits. Enfin, la voix du sujet est d'une tonalité élevée, sans être eunuchoïde.

Le sujet n'a eu qu'une fièvre typhoïde à l'âge de 41 ans, qui aurait précédé cet état. Depuis, il s'est toujours très bien porté. Bien qu'il semble d'une intelligence assez normale « il a toujours eu la tête dure à l'école ». Il semble n'avoir jamais eu d'érections ni aucun désir vénérien.

Poids 83 kg. 800.

Taille : 1 m. 72.

Volume d'air corrigé : 284 l. 59.

CO₂ : 3 cc. 6.

O : 16 cc. 05.

Ruppli.

Q. R. réel : 0, 692.

Oxygène utilisé en une heure : 14 l. 80.

M. B. : 35 cal. 4.

Normale : 37,5.

Ecart : 2,1, soit — 5,4 p. 100.

Conclusions. — Ce syndrome semble, cliniquement surtout, d'origine génitale. Le M. B. confirme une insuffisance glandulaire, mais il n'est pas étonnant qu'à l'âge du sujet elle ne soit plus que modérée. De plus, ce résultat semble cadrer avec les résultats déjà acquis sur ce syndrome. Un traitement opothérapique modéré peut être tenté, mais n'aura évidemment d'effet que sur la nutrition générale.

OBSERVATION IX.

Eczéma chronique.

(Service de M. le Professeur PETGES.)

Pierre G... 30 ans. Depuis quatre ans, présente des poussées successives d'un eczéma rebelle généralisé, qui, successivement, a atteint les avant-bras, la figure, le thorax et toutes les parties du corps. Les poussées sont intenses, caractérisées par l'apparition de plaques d'eczéma typique, durent un mois environ, s'atténuent, et ainsi de suite. Aucun antécédent pathologique. Tous les examens cliniques et sérologiques ont été négatifs. Tous les traitements possibles ont été essayés.

Actuellement le malade est en période calme et semble amélioré.

Poids : 70 kilogs.

Taille : 1 m. 63.

Volume d'air expiré en une heure après correction : 339 l. 53.

CO₂ : 3 cc. 1.

O : 16.75.

Q. R. réel : 0,70.

Oxygène utilisé en une heure : 15 l. 02.

M. B. : 40 calories.

Normale : 39,5.

Ecart : 0,5, soit + 1,2 p. 100.

Conclusion. — Cet eczéma, même rebelle, n'amène aucun trouble appréciable du M. B.

OBSERVATION X.

Eczéma et psoriasis intenses.

(Service de M. le Professeur PETGES.)

Mme F..., 45 ans, traitée depuis six ans pour eczéma rebelle intense, survenant par poussées généralisées et presque subintrantes. Pendant les deux premières années les lésions étaient ulcéreuses, atypiques, marquées surtout aux membres inférieurs. Un traitement local au sulfate de cuivre, puis au coaltar, et l'injection de deux séries de novarsénobenzol, le B. W. étant positif, amenèrent une guérison des lésions épidermiques : la desquamation subsista. Mais, depuis lors, des lésions eczématiformes avec poussées inflammatoires généralisées à tout le corps se sont produites et, malgré quelques périodes d'accalmie, surviennent toujours aussi intenses, malgré tous les traitements qui ont été tentés pendant ces quatre dernières années : traitements locaux multiples, traitements généraux arsenicaux, autohémothérapie, lait stérilisé, lugol, collobiase, extraits biliaires, insuline, etc., rayons ultra-violet, etc.

Actuellement, la malade est une véritable infirme : ses jambes, ses bras, son visage, sont recouverts de pansements : les membres inférieurs, le ventre, la région génitale, les aisselles, le cuir chevelu, les oreilles, le cou, ont la peau rouge foncé, excoriée, suintante ; les lésions ont l'aspect d'un eczéma, mais, en plus, on distingue de larges plaques de psoriasis, avec de très nombreuses squames.

Poids : 50 kg. 700.

Taille : 1 m. 55.

Volume d'air expiré en une heure après correction : 202 l. 52.

CO₂ : 4 cc.

O : 15 cc. 50.

Q. R. réel : 0,692.

Oxygène utilisé par heure : 11 l. 70.

M. B. : 37 cal. 06.

Ruppli.

Normale : 36.

Ecart : 1,06, soit + 2,9 p. 100.

Conclusion. — Malgré la chronicité désespérante de l'affection le M. B. reste normal. Aucune indication nouvelle ne nous est donnée.

OBSERVATION XI.

Prurit chronique.

(Service de M. le Professeur PETGES.)

R... (Georges), 34 ans. Il y a huit ans, a eu pour la première fois des lésions eczématiformes, localisées à la nuque et aux plis des coudes, caractérisées par un léger suintement et surtout un prurit intense. Tout a guéri, mais, à ce niveau, la peau a subi une légère lichénification. Depuis six mois, il présente une nouvelle atteinte, mais plus étendue : à la nuque, aux cuisses, au pli du coude. Les lésions sont constituées par une légère ulcération : il se produit un léger suintement, puis des croûtes, de la desquamation, de la lichénification.

Le malade ressent un prurit intense, au niveau des lésions, peu après son réveil. La nuit, il a des transpirations profuses; il a souvent des bouffées de chaleur et des céphalées. Les traitements tentés n'ont pas amené d'amélioration.

Poids 56 kg. 800.

Taille : 1 m. 64.

Volume d'air expiré en une heure, après correction : 398 l. 98

CO₂ : 2 cc. 9.

O. : 17 cc. 3.

Q. R. réel : 0,76.

Oxygène utilisé en une heure : 15 l. 22.

M. B. : 44 cal. 62.

Normale : 39,5.

Ecart : 5,1, soit + 12,9 p. 100.

Conclusions. — Ceci est conforme aux résultats trouvés déjà dans les prurits chroniques : M. B. élevé. Un traitement discret à l'hé-mato-éthéroïdine a été institué. Le malade déclare ressentir une amélioration.

OBSERVATION XII.

Leucémie myéloïde.

(Service de M. le Professeur CARLES.)

Mme C..., 40 ans, ayant eu jusqu'alors une excellente santé, a constaté, il y a six mois, l'existence d'une grosseur dans son hyponchondre gauche. Peu après, elle s'est sentie anémiée et très fatiguée.

L'examen révèle l'existence d'une énorme rate, descendant à deux travers de doigts au-dessous de l'ombilic. Le système ganglionnaire semble normal.

Le 13 avril, hématies = 3.130.000; leucocytes = 198.400.

Le 3 mai, hématies = 2.700.000; leucocytes = 240.000.

Un traitement au benzol et des séances de radiothérapie sont institués.

Le 18 mai, les hématies ont tendance à diminuer encore, mais le chiffre des leucocytes est ramené à 72.400.

L'état général de la malade se maintient. On cesse le benzol. Pendant les mois suivants, sous le contrôle des variations de la numération globulaire, on continue le traitement radiothérapique. La rate diminue un peu de volume, l'état général s'améliore.

Le 14 septembre, hématies = 3.430.000; leucocytes = 58.800. On cesse la radiothérapie.

Le 28 on calcule le M. B.

Poids : 55 kg. 400.

Taille : 1 m. 60.

Volume d'air expiré en une heure, après correction : 313 l. 71.

CO₂ : 3 cc. 4.

O : 16 cc. 2.

Q. R. réel : 0,67.

Oxygène consommé en une heure : 15 l. 91.

M. B. : 47 cal. 8.

Normale : 37.

Ecart : 10,8, soit + 29 p. 100.

Conclusions. — Cliniquement le nombre des leucocytes se maintient élevé malgré le traitement. Le M. B. vient confirmer que, malgré l'état général satisfaisant de la malade, le pronostic reste sombre.

CONCLUSIONS

De l'ensemble de ce travail et de la revue générale que nous avons faite des résultats acquis à ce jour sur la question du métabolisme basal, il résulte :

I. — Le métabolisme basal, c'est-à-dire l'énergie strictement nécessaire au service physiologique de l'organisme, est une valeur bien définie chez l'homme, variable suivant l'âge et le sexe. C'est ce qu'ont montré les très nombreux travaux de ces trente dernières années, qui ont permis, en outre, de réaliser les moyens pratiques de sa mesure.

II. — En clinique, la méthode la plus pratique et la plus généralement adoptée pour évaluer le métabolisme basal d'un sujet repose sur la mesure de ses échanges respiratoires. Celle-ci permet de représenter en grandes calories cette énergie physiologique minima que l'on rapporte habituellement à la surface corporelle.

Cette mesure, quoique nécessitant une technique rigoureuse, est actuellement relativement facile.

III. — Deux méthodes sont employées pour la mesure des échanges respiratoires :

- a) Méthode à circuit fermé : pratique, rapide, ne nécessitant aucun calcul grâce aux appareils simples réalisés à ce jour;
- b) Méthode à circuit ouvert : qui nécessite la mesure du volume et l'analyse des gaz de la respiration; plus longue, plus délicate, mais plus précise.

Toutes deux donnent des résultats sensiblement analogues. Elles ne s'opposent pas, mais répondent chacune à des besoins cliniques différents.

IV. — Divers états pathologiques influent sur la valeur du métabolisme basal et la font s'écarter en plus ou en moins du chiffre normal. Ce sont les glandes endocrines, et en particulier la thyroïde, qui exercent le plus d'action sur ces variations.

En clinique, l'évaluation du métabolisme basal des malades permet donc de vérifier ou de renforcer le diagnostic de nombreuses affections. Elle permet d'en préciser le pronostic. Elle aide à fixer et à contrôler la thérapeutique médicale, chirurgicale ou physiothérapique qui doit être appliquée.

L'évaluation du métabolisme basal est, dès maintenant, particulièrement indiquée dans les affections suivantes :

- Affections thyroïdiennes et goîtres avant tout;
- Syndromes endocriniens;
- La tuberculose : poussées évolutives;
- Diabète; obésité;
- Certaines affections cutanées à syndrome endocrino-sympathique;
- Les leucémies;
- Les cas où il est nécessaire de déterminer une ration alimentaire;
- Tous les syndromes, enfin, dans lesquels il faut faire le diagnostic entre une affection organique et un trouble humoral (tremblements, par exemple).

V. — La recherche du métabolisme basal est donc une épreuve de laboratoire qui doit fournir une aide efficace à la pratique clinique courante.

Il serait nécessaire qu'au moins chaque centre hospitalier important ait l'installation qui lui permette de la réaliser

VU, BON A IMPRIMER :

Vu : *Le Doyen,*

Le Président,

C. SIGALAS.

J. CARLES.

VU ET PERMIS D'IMPRIMER :

Bordeaux, le 5 novembre 1929.

Le Recteur de l'Académie,

F. DUMAS.

BIBLIOGRAPHIE

Nous ne citerons que quelques auteurs, en particulier ceux que nous avons consultés pour notre travail. On trouvera, en effet, la bibliographie complète du métabolisme basal dans les ouvrages suivants :

- LABBE (M.) et H. STÉVENIN. — Le métabolisme basal, 343 p. Masson et Cie, 1929.
- STÉVENIN (H.) et H. JANET. — Le métabolisme basal. *Ann. de méd.*, 1923, XIII, p. 459-489.
- TERROINE et ZUNZ. — Le métabolisme de base. Presses universitaires de France, 1925.
-

- ACHARD, DESBOUIS, LEBLANC, BINET. — Echanges respiratoires dans les intoxications par les gaz de combat. *Arch. de méd. exp. et d'anat. path.* 1919, p. 468.
- BENEDICT (F.-G.). — Factors affecting basal metabolism. *J. Biol. Chem. Balt.* 1915, XX, p. 263-299.
- Some technics for measurement of the gaseous metabolism of humans. *Boston med. et S. J.* 1925, CXCH, p. 807-825.
- The basal metabolism of boys from 1 to 13 years of age. *Proc. Nat. Acad. Sc. Balt.* 1920, VI, p. 7-10.
- BIGWOOD (E.-J.). — Le métabolisme de base. *Ann. de méd.*, 1926, XIX, p. 345-369.
- BOHLAND. — Über den respiratorischen stoffwechsel bei verschiedenen formen der anamie. *Berl. Klin. Woch.*, 1893, T. XXX, p. 417.
- BLANCHETIÈRE (A.). — Le métabolisme basal. *Journ. de pharm. et chim.*, 1924, XXIX, p. 185-239.

- Bois (E.-F. du). — The metabolism of boys 12 and 13 years old compared with the metabolism at other ages. *Arch. of Int. Med., Chicago*, 1916, XVII, p. 887-901.
- Bois (E.-F. du) et Du Bois (D.). — A formula to estimate the approximate surface area if height and weight be known. *Arch. of Int. Med., Chicago*, 1916, XVII, p. 863-871.
- Boothby. — The fundamental classification of diseases by basal metabolic rate. *The Journ. of the Amer. Med. Assoc.*, 78, 1921.
- Bourret (M.). — Contribution à l'étude étiologique des maladies séborrhéiques. Le M. B. dans ces affections. Thèse Montpellier, 1924.
- Modifications pathologiques et applications cliniques du métabolisme basal. *Marseille médical*, 1924, LXI, p. 1109-1118.
- Caskey (G.-W. Mc.). — Basal metabolism determination with the original portable Benedict apparatus, and simplified method of calculation. *J. Am. Med. Ass.*, Chicago, 1921, LXXVI, p. 978-1263.
- Ceccaldi. — Recherches sur le métabolisme basal et les épisodes d'hyperthyroïdie au cours de la tuberculose pulmonaire. Thèse Lyon, 1926.
- Colman et E.-F. du Bois. — Calorimetric observation on the metabolism of typhoid fever with and without food. *Arch. of Int. Med.*, mai 1915, p. 887.
- Cordier (V.). — Recherches personnelles sur le M. B. dans quelques affections autres que les goitres. Notes pratiques sur le M. B. *Journ. de méd. de Lyon*, 5 mars 1929, n° 220.
- Le métabolisme basal des tuberculeux pulmonaires dans les régimes carencés ou hypervitaminés. Congrès de Strasbourg, 1923.
- Cordier et Ceccaldi. — Les poussées d'hyperthyroïdies au cours de la tuberculose pulmonaire étudiées par le métabolisme basal. Soc. méd. des hôpitaux de Lyon, 8 juin 1926.

- DAUTREBANDE et DAVIES (W.). — Le métabolisme basal. Etude critique d'une méthode simplifiée. *Bull. Acad. roy. de méd. de Belgique*, 1922, 5^e s., II, p. 147-149.
- DAUTREBANDE (L.). — La valeur du quotient respiratoire. *Arch. des mal. de l'app. digestif*, 1926, XVI, p. 273-287.
- DELCOURT-BERNARD et A. MAYER. — Le métabolisme de base. Epreuve dans le bain et dans l'air. *C. R. Soc. de biol.*, Paris, 1925, XCII, p. 63-65.
- DREYER (G.). — The normal basal metabolism in man and its relation to the size of the body and age expressed in simple formula. *Lancet*, London, 1920, II, 289-290.
- EIJKMAN. — Le métabolisme de l'homme tropical. *Journ. de phys. et path. gén.*, 1924, p. 33.
- ETIENNE (G.) et RICHARD (G.). — Réaction de Kottmann, métabolisme basal et tests biologiques. *C. R. Soc. de biol.*, Paris, 1926, XCIV, p. 667-669.
- FLORENCE (G.) et J. ENSELME. — Qu'est-ce que le métabolisme basal?
- FLORENCE (G.), J. CREYSSSEL et J. ENSELME. — Recherches sur le M. B. dans les affections thyroïdiennes. *Journ. de méd. de Lyon*, 5 mars 1929, n° 220.
- FOUET (André). — Le métabolisme basal du nourrisson : essai d'interprétation des échanges et transformations tissulaires au cours des états de dénutrition de la première enfance. Thèse Paris, 1924.
- GALUP. — Asthme et métabolisme basal. *Presse médicale*, 28 avril 1928, p. 531, n° 34.
- GIAJA (J.). — Sur la signification de la loi des surfaces pour le métabolisme de base et pour le métabolisme de sommet. *C. R. Soc. de biol.*, Paris, 1925, V, p. 364-366.
- GIAJA (J.) et CHABROVITCH. — Action du sulfate d'atropine et du chl. de pilocarpine sur le quotient métabolique. *C. R. Soc. de biol.*, Paris, 1926, XCIV, p. 689.
- GIBBS et LEMCKE. — Study in basal metabolism in dementia praecox and maniaco-depressive psychoses. *Arch. intern. Med.*, 1923, t. XXI, p. 102.

- GRADINESCU. — Der einfluss der nebennieren auf den Blutkreislauf und den Stoffwechsel. *Arch. f. d. ges. physiol.*, 1913, t. CLII, p. 186.
- GRAPPELLEN (L.) et NOYONS (A.-K.). — Méthode gazo-analytique à voie ouverte servant à la détermination du métabolisme. *C. R. Soc. de biol.*, Paris, 1925, XCHI, p. 1530-1533.
- GUILLAUME (A.-C.). — Méthode spectroscopique d'estimation du métabolisme fondamental. *Journ. méd. franç.*, Paris, 1923, XII, p. 262.
- HARVIER et Van BOGAERT. — Le métabolisme basal dans l'insuffisance testiculaire avec ou sans féminisme. *C. R. Soc. de biol.*, 1924, t. XC, p. 672.
- HÉDON (L.). — Quelques considérations sur le métabolisme basal. Calcul de la dépense d'énergie par unité de poids et par unité de surface. *Bull. Soc. des sc. méd. et biol. Montpellier*, 1922-23, IV, p. 300-304.
- Que devient le M. B. dans le diabète? *Paris médical*, 7 mai 1927.
- Les échanges gazeux et la dépense d'énergie dans le diabète. Thèse Montpellier, 1921.
- HÉDON (E.). — Métabolisme basal chez le chien totalement dépancréaté traité par l'insuline. *C. R. Soc. de biol.*, 1924, 5 juin, p. 189.
- HERMANN (H.). — Métabolisme basal et énergie physiologique minima. *C. R. Soc. de biol.*, Paris, 1923, LXXXVIII, p. 579-581.
- IZARD (L.-M.). — Le métabolisme basal en clinique. *Arch. de méd. et pharm. milit.*, Paris, 1924, LXXX, p. 212-223.
- JANET (Henri). — Le métabolisme basal en clinique déterminé par la méthode des échanges respiratoires. Son étude dans les dysthyroïdies et les retards de croissance de l'enfance. Thèse Paris, 1922.
- Principes, graphiques et tables de correction pour le calcul du résultat dans une épreuve clinique du métabolisme basal. *Journ. de phys. et path. gén.*, 1922, XX, p. 366-375.

- JANET (Henri). — Le métabolisme basal dans l'enfance. *Journ. méd. franç.*, Paris, 1923, XII, p. 254-261.
- KINLEY. — The effects of the extract of the posterior lobe of the pituitary, on basal metabolism. *Arch. int. med.*, 1921, t. XXVII, p. 703.
- KROGH (A.). — Sur un appareil respiratoire enregistreur servant à déterminer l'absorption d'oxygène et les échanges caloriques chez l'homme. *C. R. Soc. de biol.*, Paris, 1922, LXXXVII, p. 458-461.
- KROGH (Marie). — Sur l'application en clinique de la détermination des échanges gazeux de l'homme. *C. R. Soc. de biol.*, Paris, 1922, LXXXVII, p. 1222-1224.
- LABBÉ (M.) et H. STÉVENIN. — Echanges respiratoires et M. B. au cours d'un jeûne de quarante-trois jours. *C. R. Soc. de biol.*, Paris, 1922, LXXXVII, p. 607-610.
- Technique de la mesure des échanges respiratoires. *Presse médicale*, Paris, 1922, XXX, p. 841-843.
- Action du corps thyroïde et des glandes parathyroïdes sur les échanges respiratoires. *Ann. de méd.*, Paris, avril 1921.
- Le métabolisme basal des Basedowiens. *C. R. Soc. de biol.*, 13 mai 1922, t. LXXXVI, p. 1012.
- LABBÉ (M.), STÉVENIN et Van BOGAERT. — Le M. B. dans les syndromes hypophysaires. *C. R. Soc. de biol.*, 19 mai 1923, t. LXXXVIII, p. 1283.
- Le M. B. dans les syndromes adiposo-génitaux. *C. R. Soc. de biol.*, 19 mai 1923, t. LXXXVIII, p. 1283.
- LABBÉ (Marcel). — Etudes sur la nutrition chez les obèses. *Presse médicale*, 1923, t. XXXI, p. 227.
- Le diagnostic de l'hyperthyroïdie. *Rev. franç. d'endocrinol.*, 1923, t. I, p. 97.
- LAMBLING (E.). — Précis de biochimie. Masson, éd.
- LAMERS (K.-L.). — Le quotient respiratoire après injection combinée de glucose et d'insuline. *C. R. Soc. de biol.*, Paris, 1926, XCV, p. 251-253.

- LAUGIER. — Contribution à l'étude du M. B. dans les maladies mentales. Thèse Paris, 1924.
- LAULANIÉ. — Sur un eudiomètre double à phosphore. *Arch. de physiol.*, 1894, t. XXVI, p. 739.
- LEFÈVRE (J.). — Dépense de fond et énergie physiologique minima. *C. R. Soc. de biol.*, Paris, 1920, t. LXXXIII, p. 1023-1025.
- Essai de critique physiologique sur le métabolisme basal. *Bull. Soc. scient. d'hyg. alim.*, Paris, 1922, X, p. 595-624.
- LENNOX et MEANS. — A study of the basal and nitrogenous metabolism in a case of acute leukemia during roentgenray treatment. *Arch. of int. med.*, 1923, t. XXXII, p. 705-778.
- LÉVY-FRANCKEL, JUSTER et VAN BOGAERT. — Le M. B. dans les dermatoses. *Journ. de méd. de Paris*, 1923, p. 669-670.
- LORTAT-JACOB et LEGRAIN. — Epreuve du M. B. dans les affections cutanées. II^e Congrès des dermatologistes de langue française.
- LUSK (G.). — Principes fondamentaux concernant le métabolisme basal. *Gaz. des hôp.*, Paris, 1922, XCV, p. 163-168.
- MANOÏLOVITCH. — Contribution à l'étude du M. B. Recherches spéciales sur les sujets atteints de ptose gastro-intestinale. Thèse Bordeaux, 1925.
- MARANON et CARRASCO. — Sur la valeur clinique de la détermination du M. B. *Ann. de méd.*, Paris, 1923, p. 124.
- MARINE et BAUMANN. — Effets de l'ablation des glandes surrénales sur le métabolisme. *Amer. Journ. of physiol.*, 1921, 57, p. 135.
- MAYER (A.) et WURMSER (R.). — Sur une méthode de détermination du métabolisme de base. *C. R. Soc. de biol.*, Paris, 1924, XCI, p. 449-451.
- NEPVEUX. — Importance de la mesure du M. B. et de l'épreuve de l'hyperglycémie provoquée dans le diagnostic de la maladie de Basedow. *Bull. Soc. méd. hôp.*, 9 juin 1922.
- NOBÉCOURT et JANET. — Etude du M. B. dans un cas de myxœdème congénital. *Bull. Soc. méd. hôp.*, 9 juin 1922.

- NOBÉCOURT et JANET. — Le M. B. dans les retards de croissance de l'enfance. *Presse médicale*, 30 août 1922.
- NOYONS. — Le M. B. de l'homme et des animaux déterminé par la calorimétrie différentielle. *C. R. Soc. biol.*, réunion plénière, 5 juin 1924.
- OBREGIA (L.) et PADEANO (G.). — Influence de l'alcool sur la valeur du M. B. *C. R. Soc. biol.*, 1926, XCV, p. 413.
- OZORIO DE ALMEIDA (A.). — Le métabolisme basal de l'homme tropical. *Journ. de physiol. et de path. gén.*, 1924, XXII, p. 12-18.
- Action du système nerveux central sur le métabolisme minimum de l'organisme. *C. R. Soc. de biol.*, Paris, 1925, XCH, p. 230.
- PAPILIAN (V.) et BENDESCU (F.). — L'influence de l'adrénaline, de l'atropine et du chl. de pilocarpine sur le quotient métabolique. *C. R. Soc. de biol.*, Paris, 1926, XCIV, p. 158.
- PEABODY, A.-L. MEYER et E.-F. du BOIS. — The basal metabolism of patients with cardiac and renal diseases. *Arch. of int. med.*, juin 1916, p. 980.
- REBATTU, MONIER, KUHN. — Otospongiose, métabolisme basal et troubles endocriniens. *Soc. méd. des hôp. Lyon*, 18 mai 1926.
- ROUILLARD (J.). — Le métabolisme basal. *Presse médicale*, Paris, 1921, XXI, p. 205-207.
- SAINTON (P.) et PÉRON (N.). — De l'importance relative des divers facteurs conditionnant les variations du métabolisme basal. *Paris médical*, 1923, XLIX, p. 465-467.
- SNELL (A.-M.) et FORD (France). — Etudes sur le métabolisme basal. *Arch. méd. belges*, Bruxelles, 1920, LXXIII, p. 467-493.
- SOTO (M.) et TORINO (A.). — Appareil simplifié pour déterminer le M. B. *C. R. Soc. de biol.*, Paris, 1926, XCIV, p. 473-475.
- SUAU. — Variations du M. B. au cours du pneumothorax thérapeutique. Thèse Paris, 1925.
- Le M. B. dans la tuberculose pulmonaire. *Journ. de méd. de Paris*, 1926, n° 33, p. 747.

- TIGERSTEDT (C.). — Untersuchungen über die Nahrungszufuhr des Menschen, in ihrer Abhängigkeit von Alter, Geschlecht und Beruf. *Skand. Arch. f. Physiol.*, Leipz., 1916, XXXIV, p. 151-381.
- TISSOT. — Sur la mesure des échanges respiratoires. *Journ. de phys. et path. gén.*, 1904, p. 688.
- WENTWORTH et CLURE. — Metabolism in gout. *Arch. int. med.*, 1918, t. XXI, p. 84.
- YOUNG. — Metabolism of white race livings in tropics. *Ann. of trop. med. and parasitology*, 1920, p. 313.
-

15406.— Bordeaux. — Imp. Y. Cadoret, 3, place St-Christoly. — 1929.

